

CONTENIDOS

3 RESUMEN/ABSTRACT

9 INTRODUCCIÓN

CIUDADES INTELIGENTES

Presentación

15 Plan Nacional de Ciudades Inteligentes.
José Manuel SORIA

La evolución de la ciudad

- 17 Ciudades Inteligentes: La mitificación de las nuevas tecnologías como respuesta a los retos de las ciudades contemporáneas.
José Miguel FERNÁNDEZ GÜELL
- 29 La planificación urbanística ante los actuales desafíos tecnológicos y sociales.
José M^o EZQUIAGA
- 37 Diseño urbano y eficiencia energética.
Gustavo ESPIGADO SILVA
-

Economía y ciudades inteligentes

- 53 Ciudades inteligentes y desarrollo de nuevos modelos de negocio.
Juan MURILLO ARIAS
- 61 Destinos turísticos inteligentes.
Antonio LÓPEZ DE ÁVILA y Susana GARCÍA SÁNCHEZ
- 71 *Big Data*.
Felipe SEVILLANO PÉREZ
-

Sostenibilidad ambiental

- 87 Las TIC y la gestión de los desafíos de sostenibilidad energética de las ciudades inteligentes.
Leonardo BENÍTEZ y Mariano ORTEGA
- 95 Una visión de las ciudades inteligentes desde la perspectiva de la gestión del agua.
Fernando RAYÓN
- 103 Claves para la gestión inteligente de los servicios en entornos urbanos.
Eduardo FERNÁNDEZ GIMÉNEZ
- 111 Movilidad Inteligente.
Fiamma PÉREZ PRADA, Guillermo VELÁZQUEZ ROMERA, Victoria FERNÁNDEZ AÑEZ y Javier DORAO SÁNCHEZ
-

Calidad de vida y ciudadanos

- 123 Hogar Digital Inteligente.
Miguel Ángel VALERO DUBOY
- 127 Accesibilidad y ciudades inteligentes.
Juan Luis QUINCOCES SOLER
- 135 Gobierno y participación ciudadana en el nuevo modelo de ciudad: las TIC como herramienta de desarrollo de la ciudad.
Ignacio SÁNCHEZ VALDENEBRO y Francisco Javier GARCÍA VIEIRA
-

OTROS TEMAS

- 149** El modelo de Kaldor bajo condiciones de dependencia espacial: el caso de las provincias españolas.
José Manuel BUENDÍA AZORÍN y María del Mar SÁNCHEZ DE LA VEGA
- 159** Modelos de innovación territorial, industrial y empresarial: aproximación teórica al concepto de parque científico y tecnológico.
María del Pilar LATORRE MARTÍNEZ, Luis NAVARRO ELOLA y Jesús PASTOR TEJEDOR

NOTAS

- 169** El trazador de clima económico.
José Manuel ALMENDROS ULIBARRI
- 179** Disrupción tecnológica digital.
Antonio MORENO-TORRES GÁLVEZ

LIBROS

- 183** Crítica de libros
- 189** Selección bibliográfica

**E i
ECONOMÍA
INDUSTRIAL**

Director

Javier Muñoz Carabias
Ministerio de Industria,
Energía y Turismo

Redactor Jefe

Antonio Moreno-Torres Gálvez
Ministerio de Industria,
Energía y Turismo

Redactores

Silvia Pino de la Chica
María Ángeles Guerediaga
Ministerio de Industria,
Energía y Turismo

Administración

Inmaculada García López
Ministerio de Industria,
Energía y Turismo

**MINISTERIO DE INDUSTRIA,
ENERGÍA Y TURISMO**

CONSEJO DE REDACCIÓN:

Fernando Bayón Mariné, *Escuela de Organización Industrial*
Luis Belzuz de los Ríos, *MINETUR*
Isabel Borrego Cortés, *MINETUR*
Eduardo Bueno Campos, *Universidad a Distancia de Madrid*
José Luis Calvo González, *Universidad Nacional de Educación a Distancia*
Victor Calvo-Sotelo Ibáñez-Martín, *MINETUR*
Begoña Cristeto Blasco, *MINETUR*
Miguel Ángel Galindo Martín, *Universidad de Castilla-La Mancha*
Rosario Gandoy Juste, *Universidad de Castilla-La Mancha*
Patricia García-Escudero Márquez, *Oficina Española de Patentes y Marcas*
Enrique Hernández Bento, *MINETUR*
Antonio Hidalgo Nuchera, *Universidad Politécnica de Madrid*
Emilio Huerta Arribas, *Universidad Pública de Navarra*
Rafael Myro Sánchez, *Universidad Complutense de Madrid*
Alberto Nadal Belda, *MINETUR*
Amadeo Pettibó Juan, *Fundación Rafael del Pino*
Vicente Salas Fumás, *Universidad de Zaragoza*
Vicent Soler i Marco, *Universidad de Valencia*
Lluís Torrens Mélich, *IESE*
M^a Jesús Yagüe Guillén, *Universidad Autónoma de Madrid*
Josep Antony Ybarra Pérez, *Universidad de Alicante*

DIRECCIÓN Y REDACCIÓN:

Castellana, 160, 9.ª planta
28071 Madrid
Teléfs. 91 349 46 73 - 74
Fax 91 349 47 13
E-mail: economiaindustrial@minetur.es
Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
www.economiaindustrial.es

**EDICIÓN, DISTRIBUCIÓN,
PUBLICIDAD Y
SUSCRIPCIONES:**

Centro de Publicaciones
del Ministerio de Industria,
Energía y Turismo
Panamá, 1
Teléf. 91 349 51 29
Fax 91 349 44 85
28071 Madrid

PRECIO DEL EJEMPLAR:

España, 16,83 €
(Incluidos IVA y gastos de envío)

Unión Europea, 25,02 €
(Incluidos IVA y gastos de envío)

Resto mundo, 28,05 €
(Incluidos IVA y gastos de envío)

PORTADA:
MANATO, S.L.

DISEÑO
M. Luisa G.
Guardia

IMPRIME:
DAYTON, S. A.

ISSN
0422-2784

DEPÓSITO LEGAL:
M-1227-1964

NIPO:
070-15-002-0
(Edición papel)

NIPO:
070-15-010-1
(Edición en línea)

RESUMEN/ABSTRACT

José Miguel Fernández Güell

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

Desde la aparición del concepto *Smart Cities*, la tecnología ha jugado un papel central en estas iniciativas para abordar los grandes retos que preocupaban a las ciudades a principios del siglo XXI: eficiencia energética, emisiones contaminantes y cambio climático. Sin embargo, pronto surgieron críticas razonadas ante este planteamiento excesivamente sesgado hacia la dimensión tecnológica y hubo que añadir otros temas como el envejecimiento de la población, la calidad de vida, la competitividad o la transparencia en la toma de decisiones. Ante la creciente atención social que está recibiendo el concepto «Ciudad Inteligente», parece oportuno y conveniente realizar una reflexión sobre si realmente responde a las necesidades y los retos que tienen planteadas las ciudades contemporáneas. En este artículo se defiende la tesis de que una "Iniciativa inteligente", para ser considerada eficaz y sostenible en el tiempo, debe tomar en consideración tres aspectos clave de las ciudades actuales: complejidad, diversidad e incertidumbre.

Palabras Clave: Ciudades inteligentes, complejidad y diversidad urbana, nuevas tecnologías urbanas, evaluación de iniciativas inteligentes

Since the emergence of the Smart City concept, technology has played a key role in those initiatives trying to face the main challenges that worried cities at the beginning of the 21st Century: energy efficiency, polluting emissions and climate change. Nevertheless, soon criticism arose against an excessively biased approach toward technology, compelling smart initiatives to consider other issues such as ageing population, quality of life, economic competitiveness or transparency in decision-making. Given the increasing social attention that the Smart City concept is attracting nowadays, it seems timely to think whether this concept gives an appropriate response to the needs and challenges of contemporary cities. This paper supports the idea that in order to be efficient and sustainable in the long-run, a smart initiative must take into consideration three characteristics of present cities: complexity, diversity and uncertainty.

Key words: Smart cities, urban complexity and diversity, new urban technologies, assessment of smart initiatives

José M^a Ezquiaga

LA PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA ANTE LOS ACTUALES DESAFÍOS TECNOLÓGICOS Y SOCIALES

Como resultado de la nueva economía basada en la información y el conocimiento, la expresión contemporánea de la condición urbana asume una multiplicidad de configuraciones espaciales, tanto en

escala geográfica como en cualidad, en abierta ruptura con las configuraciones tradicionales y demanda nuevos instrumentos y estilos de planificación urbanística. Desde esta perspectiva, sugiero afrontar los desafíos derivados de globalización, cambio climático y transformación social, desde un nuevo urbanismo, basado en la transformación y reciclaje de la ciudad existente. Esto se traduce en reorientar el carácter del Plan urbanístico para convertirlo en un instrumento flexible y abierto a la innovación tecnológica, capaz de abordar el orden estructural de la ciudad: integrando coherentemente las estrategias ambientales, de vivienda, transporte, infraestructuras... sin perder por ello de vista la atención a las necesidades sociales reales y la sensibilidad hacia lo local.

Palabras clave: ciudades, TIC, planificación urbanística, post-metrópolis, infraestructuras urbanas, sociedad del conocimiento.

The contemporary expression of the urban condition assumes multiple spatial configurations, as well in geographical as in qualitative terms, because of the new information and knowledge based economy; this means a clear departure from traditional configurations and demands new planning instruments and styles. From this perspective, I suggest a new approach to urbanism, aimed at transforming and recycling the existing city, as a way to address the challenges stemming from globalization, climate change and social transformation. This translates in a new approach to urban planning, as a flexible and technological innovation-friendly tool that can address the structural order of the city; ensuring a consistent integration of the environmental matters, housing, mobility, infrastructure... while remembering the need to cater to the real social needs and a sensitivity to local conditions.

Key words: cities, ICT, urban planning, post-metropolis, urban infrastructure, knowledge society.

Gustavo Espigado Silva

DISEÑO URBANO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

La aplicación de criterios de eficiencia energética y sostenibilidad en el diseño urbano busca garantizar una base propicia para el desarrollo de una gestión inteligente de las infraestructuras urbanas. Aunque a veces parezca olvidado, contamos con una importante herencia urbanística teórica y práctica desde la que podemos estudiar críticamente diferentes experiencias pasadas, de éxitos y de fracasos. Dicha herencia es una fuente de conocimiento fundamental que debe estar sobre el tablero del urbanista a la hora de diseñar y mejorar nuestras ciudades, adaptadas por supuesto, a los niveles actuales de bienestar y a las realidades sociales, económicas y ambientales de nuestros días. Pero reconociendo el carácter multidisciplinar del debate urbano, es de vital importancia difundir este bagaje cultural entre los diferentes agentes implicados y defender la relevancia del diseño y la planificación como catalizadores de los esfuerzos para la construcción de

la ciudad inteligente. Esta pretende ser la aportación del presente artículo.

Palabras clave: Ciudad, urbanismo, eficiencia energética, diseño, planificación, vivienda, infraestructuras.

The application of criteria for energy efficiency and sustainability in urban design seeks to ensure good basis for developing intelligent management of urban infrastructure. Although it sometimes seems forgotten, we have significant theoretical and practical urban heritage from which we can study critically different past experiences of success and failure. This legacy is a fundamental source of knowledge that should be on the developer board when designing and improving our cities, adapted of course, at current standards of welfare and social, economic and environmental realities of today. Recognizing the multidisciplinary nature of urban discussion is vital to spread this cultural background between the various stakeholders and defend the importance of designing and planning efforts as catalysts for building intelligent city. This article purpose is to contribute to this effort.

Key words: City, urbanism, energy efficiency, design, planning, housing, infrastructure.

Juan Murillo Arias

CIUDADES INTELIGENTES Y DESARROLLO DE NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO

¿Qué es una ciudad inteligente?, ¿qué nuevas propuestas y qué necesidades se vinculan a este concepto? El artículo aborda cómo tras este término de nuevo cuño encontramos, entremezcladas con propuestas heterogéneas, soluciones interesantes a problemas reales de sostenibilidad –tanto económica como medioambiental– que pueden ser resueltos con apoyo de la tecnología y de la innovación. Por otro lado, ¿qué papel puede desempeñar un banco en el ámbito de la gestión urbana o el turismo?, ¿cuál puede ser su contribución más allá de la función financiera? La respuesta está en la ingente cantidad de datos que un banco genera en su actividad diaria, substrato sobre el que cimentar una estructura de análisis orientada al valor que se describe en este artículo.

Palabras clave: Economía digital, ciudades inteligentes, comercial banks.

How should be defined a smart city? Descriptions are as heterogeneous as the different fields smart city concept tries to embrace, and in this paper we try to aggregate different definitions of smart cities from a dialectical approach. On a following step, we explain the role of a financial entity in this innovative –and apparently separate from a bank's core business– field of research. Over the foundations of electronic payments data, we have faced the task of structuring an analytic corpus with different fields of application: from tourism to urban planning analysis.

Key words: Digital Economy, smart cities, bancos comerciales.

Antonio López de Ávila Muñoz y Susana García Sánchez

DESTINOS TURÍSTICOS INTELIGENTES

El proyecto Destinos Turísticos Inteligentes, una de las medidas recogidas en el Plan Nacional e Integral de

Turismo (PNIT) 2012-2015, impulsado por la Secretaría de Estado de Turismo y gestionado por la Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas (SEGITTUR). El objetivo es mejorar el posicionamiento de España como destino turístico mundial, buscando nuevos mecanismos para impulsar la innovación en los destinos, con el despliegue y desarrollo de las TICs, de forma que se puedan crear servicios diferenciales y altamente competitivos. Asimismo, se persigue crear un marco homogéneo que establezca los requisitos mínimos para clasificar los destinos turísticos como «Destinos Inteligentes» de forma alineada a las tendencias de las Ciudades Inteligentes.

¿Qué es un Destino Turístico Inteligente? Un destino turístico innovador, consolidado sobre una infraestructura tecnológica de vanguardia, que garantiza el desarrollo sostenible del territorio turístico, accesible para todos, que facilita la interacción e integración del visitante con el entorno e incrementa la calidad de su experiencia en el destino, a la vez que mejora la calidad de vida del residente.

Palabras clave: Turismo, Destino Inteligente, TIC, innovación.

The Smart Destinations project is one of the measures contained in the National Integrated Tourism Plan (PNIT) 2012-2015, sponsored by the Spanish Tourist Board and managed by Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas (SEGITTUR). The aim of this project is to improve the positioning of Spain as a world tourism destination, seeking new mechanisms to boost innovation in the destinations through the deployment and development of ICTs in order to create differential and highly competitive services. A further aim is to set up a standardized framework to establish the minimum requirements to classify tourism destinations as «Smart Destinations» aligned with the trend towards Smart Cities.

What is a «Smart Destination»? An innovative tourist destination, built on a state-of-the-art technological infrastructure. A destination that ensures the sustainable development of its tourist territory. A destination that is accessible to everyone. A destination which promotes the interaction with its visitors and the visitors' integration with their surroundings. A destination that increases the quality of the visitors' experience, improving the quality of life of its residents at the same time.

Key words: Tourism, Smart Destination, ICT, innovation.

Felipe Sevillano Pérez

BIG DATA

En un entorno como el actual, de presupuestos limitados y ciudadanos cada vez más informados y demandantes, las ciudades necesitan hacer más por menos y por tanto deben hacer las cosas de forma diferente; y la tecnología va a tener un papel muy relevante. La información se ha convertido en el próximo recurso natural, y está derivando en que los retos a los que se enfrenta la Smart City deben ser englobados en el contexto del Big Data. Las ciudades deben adoptar soluciones Big Data que les proporcionen capacidades analíticas para convertir los datos en conocimiento y así mejorar la gestión urbana y la toma de decisiones.

Palabras clave: Ciudad Inteligente, Big Data, Analítica de datos.

In the current environment of limited budgets and citizens more informed and demanding, cities need to do more for less and to do so they need to do things differently; and technology will have a key role. Information has become the next natural resource, and this is driving the challenges the city must face to be frame in the context of Big Data. Cities must implement Big Data solutions to acquire data analytics capabilities to transform data into insight to improve city management and decision making.

Key words: Smart City, Big Data, Analytics.

Leonardo Benítez y Mariano Ortega

LAS TIC Y LA GESTIÓN DE LOS DESAFÍOS DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DE LAS CIUDADES INTELIGENTES

En este artículo se abordan los principales retos en el ámbito de la energía y sostenibilidad que plantean las Ciudades Inteligentes. También se establecen las pautas que, en este contexto, se deben seguir para lograr la integración de nuevas formas de producción y consumo distribuido en una operación coordinada y flexible de generadores, operadores, consumidores y mercados. Por último, se analizan las TIC más innovadoras que facilitarán la operación de las futuras redes inteligentes y la integración de los servicios energéticos con otros servicios públicos: smart metering, recubrimientos tecnológicos de recogida y gestión de datos de consumo en tiempo real, monitorización y control del consumo energético del hogar, entre otros.

Palabras clave: Redes Inteligentes, Mercado Eléctrico, Eficiencia Energética, Coche eléctrico, Tercera Revolución Industrial, Energía Digital, Internet de las Cosas, TIC

This article contains a vision on the major challenges in the field of energy and sustainability faced by Smart Cities. Several emerging features and patterns of the new Energy Market are identified that must be followed to ensure the integration of new forms of production and consumption in a coordinated distributed and flexible operation of: generators, traders, consumers and markets. As a way to understand the deep changes that are happen, as well as the future ones, most advanced and innovative ICT technologies are reviewed: smart metering, electric vehicle, real-time acquisition & processing technical overlays for consumption management, big data or smart home, among others.

Key words: Smart Grids, Electrical Market, Energy Efficiency, Electric Car, Third Industrial Revolution, Digital Energy, Internet of Things, ICT

Fernando Rayón

UNA VISIÓN DE LAS CIUDADES INTELIGENTES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DEL AGUA

Facilidad y bajo coste de gestión de la información, y nuevos hábitos sociales y de participación van a cambiar el modelo actual de gestión independiente de cada servicio (transporte, energía, agua,...) a otro de gestión de la ciudad como un todo, con foco en la sostenibilidad, la resiliencia y la calidad de vida de los ciudadanos. Se plantea aquí el rol que puede representar el gestor del agua urbana en este nuevo modelo, junto con las oportunidades y los retos que ello comporta. Emprendeduría, innovación abierta y colaborativa e iniciativas de *venture capital* tendrán mucho que aportar.

Palabras clave: ciudad inteligente, gestión del agua, gestión integrada de la ciudad, *venture capital*.

Information management friendliness of use and low cost, and new social and participative behaviour are going to change the current model of independent management of each urban service (transport, energy, water,...). The new model will manage the city as a whole, focusing on sustainability, resilience and citizen's quality of life. This paper deals with the role that the water manager can play within this new model, taking into account the challenges and opportunities involved. Entrepreneurship, open innovation and collaboration, as well as venture capital initiatives have a lot to say.

Key words: Smart city, water management, city integrated management, *venture capital*.

Eduardo Fernández Giménez

CLAVES PARA LA GESTIÓN INTELIGENTE DE LOS SERVICIOS EN ENTORNOS URBANOS

En este artículo se expone la visión de una empresa prestadora de servicios urbanos en relación con el concepto de ciudad inteligente. Se resalta el interés en que este concepto pueda llevarse adelante mediante soluciones flexibles e integradas. Se indican ejemplos aplicados a estos servicios urbanos que están en fase experimental siendo necesario estudios para evaluar su viabilidad económica. Así mismo se exponen las principales barreras actuales para avanzar y las medidas que se deben tomar fundamentalmente por las Administraciones para mejorar el marco normativo con la colaboración de todos los implicados.

Palabras clave: Ciudad inteligente, servicios urbanos, gestión de residuos urbanos, sostenibilidad urbana. *In this paper, the vision of a company that provides urban services in relation to the concept of smart city is exposed. Interest in this concept can be pursued through flexible and integrated solutions that are highlighted. Examples applied to these urban services that are experimental studies necessary to evaluate its economic feasibility. Also the main current barriers to progress are discussed and the measures to be taken primarily by Administrations to improve the regulatory framework with the cooperation being shown of all involved.*

Key words: Smart city, urban services, municipal waste management, urban sustainability.

Fiamma Pérez Prada, Guillermo Velázquez Romera, Victoria Fernández Añez y Javier Dorao Sánchez

MOVILIDAD INTELIGENTE

Los proyectos de «Movilidad Inteligente» que están siendo desarrollados en la actualidad reflejan un cambio de paradigma en el que la sostenibilidad, la eficiencia energética, la reducción de emisiones y la mejora en la calidad de vida del ciudadano aparecen como pilares fundamentales. Para ello las soluciones propuestas se centran en el uso de fuentes de energía alternativa y renovable y en la potenciación del uso del transporte público y el transporte no motorizado. Además el uso generalizado de las TICs permite nuevas formas más eficientes de gestión de tráfico y flotas. Este artículo analiza el papel de la movilidad en las ciudades inteligentes en los ámbitos de gestión de tráfico, transporte público, transporte de mercancías, accesibilidad, medios de transporte limpios

y no motorizados y multimodalidad. Se pondrán en relación los retos de las ciudades con las posibles soluciones que la Movilidad Inteligente proporciona, apoyados en ejemplos de estas nuevas soluciones.

Palabras clave: movilidad inteligente, gestión del tráfico, accesibilidad, logística, multimodalidad, transporte público.

Today Smart Mobility projects reflect a paradigm switch where sustainability, energy efficiency emissions reduction and improvement in the quality of life of the citizen appear as fundamental pillars. Thereby, solutions focus on the use of alternative and renewable sources of energy, fostering the use of public transport and of non-motorized options. Besides, the widespread use of ICTs enables new and more efficient forms of traffic and fleet management. This paper analyzes the role of mobility in Smart Cities, with regard to the fields of traffic management, public transport, freight transport, accessibility, clean and non-motorized transport modes and multimodality.

Key words: smart mobility, traffic management, accessibility, logistics, multimodality, public transport.

Miguel Ángel Valero Duboy

HOGAR DIGITAL INTELIGENTE

La evolución de las «Smart Cities» comparte con el Hogar Digital Inteligente (HDI) el enfoque de servicio al ciudadano y de uso de las tecnologías de la Sociedad de la Información y el Conocimiento. Este capítulo desarrolla la visión del HDI desde la perspectiva de mejorar la calidad de vida de las personas en el contexto de la ciudad inteligente, la cual ha de construirse por y para la persona que vive en ella o que transita por ella de forma circunstancial. El HDI requiere contemplar los derechos y necesidades de las personas, ser accesible y «comportarse» de forma segura. El HDI colabora en construir la ciudad inteligente al «relacionarse con ella» intercambiando privadamente la información valiosa para los ciudadanos.

Palabras clave: hogar digital, inteligencia ambiental, accesibilidad, ciudad inteligente

The evolution of the «Smart Cities» shares with the Smart Home (SH) an approach to help the citizens and use the technologies of the Information and Knowledge Society. This chapter includes an SH view from the perspective of improving the quality of life of people within the context of the smart city, which has to be built by and for the person who lives in it or which visits it in a circumstantial way. The SH requires to take into account the rights and needs of the people, be accessible and «behave» in a safe way. The SH cooperates to build the smart city when it «interacts with it» by privately exchanging valuable information for citizens.

Key Words: digital home, ambient intelligence, accessibility, smart city

Juan Luis Quincoces Soler

ACCESIBILIDAD Y CIUDADES INTELIGENTES

Una Ciudad Inteligente es una ciudad inclusiva, integradora, participativa, amigable, asequible, segura y por supuesto accesible. Los proyectos de una Ciudad Inteligente deben incluir en su gestión de riesgos la posibilidad de crear exclusión social o discriminación y proponer los medios para evitarlo; deben contemplar la accesibilidad desde el inicio y esta debe ser un parámetro a cuidar en todo el proceso

del proyecto, como ya lo es la seguridad, la calidad o los costes y plazos.

Palabras clave: ciudad inteligente, accesibilidad, inclusión, sostenibilidad

A Smart City is an inclusive city, integrative, participatory, Friendly, Affordable, Safe and Accessible course. Projects of an Intelligent City must include in their risk management the ability to create social exclusion or discrimination and to provide solutions to prevent it. Projects must provide accessibility from the start and should be a parameter to look at the whole process of the project, as it is already the safety, quality or cost and time.

Key words: smart city, accessibility, inclusion, sustainability.

**José Ignacio Sánchez Valdenebro y
Francisco Javier García Vieira**

GOBIERNO Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN EL NUEVO MODELO DE CIUDAD: LAS TIC COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO DE LA CIUDAD

El ciudadano es el principal pilar del desarrollo inteligente de una ciudad, como usuario de los servicios de la ciudad, como operador en la economía de la ciudad, como fuente de información para la ciudad, pero también como participe del gobierno de la ciudad. Bajo este prisma, el desarrollo inteligente de la ciudad supone una oportunidad para acercar la Administración a los ciudadanos y perfeccionar así las capacidades de estos últimos para influir en la conformación de las decisiones que impactan en el futuro de su ciudad. El Gobierno de la ciudad, mediante la colaboración activa entre Administraciones y de éstas con la industria TIC, debe dotarse una hoja de ruta hacia la Ciudad Inteligente que contemple no solo la mejora de los servicios públicos y el tránsito hacia la economía digital, sino también la participación del ciudadano como fuente de datos y como participe de las decisiones de futuro de su ciudad.

Palabras clave: Ciudad inteligente, participación ciudadana, e-administración, e-democracia, datos abiertos.

Citizens are the essential building block for a city's smart development, as users of the city's services, as operators in the city's economy, as sources of information for the city and also as participants in the city government. From this perspective, a city's smart development represents an opportunity to bring the Administration to the Citizens, building their capacity to influence the shaping of decisions that impact the city's future. The city government, through active collaboration between Administrations and with the ICT industry, must adopt a roadmap for becoming the Smart City which includes improving public services and the transition to a digital economy, as well as the engagement of citizens as a source of information and participants in their city's future decisions.

Key words: Smart City, Public Participation, e-administration, e-government, e-democracy, Open Data.

José Daniel Buendía Azorín y María del Mar Sánchez de la Vega

EL MODELO KALDOR BAJO CONDICIONES DE DEPENDENCIA ESPACIAL: EL CASO DE LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS

En este trabajo se contrasta el cumplimiento del modelo de Kaldor sobre el crecimiento económico de las

provincias españolas durante el periodo 1995-2007, bajo condiciones de dependencia espacial. El modelo contempla tres proposiciones: la primera afirma que existe una relación positiva entre la tasa de crecimiento de la productividad industrial y la tasa de crecimiento del producto industrial; la segunda, establece una relación positiva entre el crecimiento de la productividad agregada y el crecimiento de la producción industrial y una relación negativa con el crecimiento del empleo no industrial; la tercera, sostiene que existe una relación negativa entre la eficiencia de los salarios y la productividad del trabajo. Para probar la validez del modelo de Kaldor se utiliza el método semiparamétrico de filtrado espacial que permite capturar los efectos de la dependencia espacial sin necesidad de establecer supuestos restrictivos sobre la distribución del modelo. Los resultados de las estimaciones realizadas corroboran la consistencia del modelo de Kaldor en el proceso de crecimiento económico de las provincias españolas en el periodo 1995-2007.

Palabras clave: Métodos semiparamétricos, vectores propios, autocorrelación espacial, crecimiento económico, productividad.

In this paper we test the relevance of Kaldor's growth model to the economic experience of Spanish provinces during the period 1995-2007, under conditions of spatial dependence. The model includes three propositions: first says that there is a positive relationship between the growth rate of industrial productivity and the growth rate of industrial output. The second establishes a positive relationship between aggregate productivity growth and growth industrial production and a negative relationship with the growth of non-industrial employment. Kaldor's third proposition argues that there is a negative relationship between efficiency wages and labor productivity. We use the semiparametric filtering spatial to capture the effects of spatial dependence between observations as an alternative

to traditional parametric autoregressive model because it offers the advantage of not having to make assumptions about the distribution of the model. The empirical results, corrected for the presence of spatial autocorrelation, confirm the consistency estimates of Kaldor model in the process of economic growth in the Spanish provinces during the period 1995-2007.

Key words: Semiparametric approach, eigenvectors, spatial autocorrelation, economic growth, productivity.

María del Pilar Latorre Martínez, Luis Navarro Elola y Jesús Pastor Tejedor

MODELOS DE INNOVACIÓN TERRITORIAL, INDUSTRIAL Y EMPRESARIAL: APROXIMACIÓN TEÓRICA AL CONCEPTO DE PARQUE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Los Parques Científicos y Tecnológicos son una realidad cada vez más presente en la sociedad actual. Su crecimiento y desarrollo durante los últimos cincuenta años permite ya abordar estas infraestructuras desde un punto de vista teórico y conceptual, teniendo en cuenta así su evolución, características y objetivos.

Palabras clave: Innovación, territorio, Parques Científicos y Tecnológicos, empresa, industria, universidad, local, región.

The Scientific and Technological Parks are increasingly present in today's society. Their growth and development over the past fifty years already allows addressing these infrastructures from a theoretical and conceptual point of view taking into account its evolution, characteristics and objectives.

Key words: Innovation, territory, Scientific and Technological Parks, company, industry, University, local, region.

Los índices y abstracts de *Economía Industrial* se incluyen en las bases de datos e índices *on line* de la **American Economic Association** y en su publicación especializada **ECONLIT**, editada por el **Journal of Economic Literature**. A la consulta de sus 200.000 registros, entre los que se encuentran 300 revistas —100 fuera de Estados Unidos—, recurren estudiantes, investigadores y profesores de todo el mundo económico.

Los contenidos de *Economía Industrial* también están disponibles en la red Internet, en la dirección **www.economiaindustrial.es**

INTRODUCCIÓN

En este número **Economía Industrial** se propone acercar a los lectores el fenómeno de las «Ciudades Inteligentes» (*Smart Cities*) desde la óptica de profesionales en los diversos aspectos y áreas de conocimiento que integran el concepto, dando una visión integrada de un fenómeno complejo y poliédrico sobre el cual sólo el tiempo dirá si supone un verdadero cambio de paradigma. El monográfico, que ha sido coordinado por **Juan Jiménez Morillas**, de la Escuela de Organización Industrial, comienza con una revisión del concepto de ciudad inteligente desde el punto de vista del urbanismo y termina en la relación de la ciudad con el ciudadano, recorriendo en diferentes bloques temáticos las facetas que reflejan los ámbitos de actividad que se desarrollan en torno a la ciudad.

Abre el monográfico el Ministro de Industria, Energía y Turismo, **José Manuel Soria**, presentando el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes, que ha sido fruto del esfuerzo de diversos organismos del Ministerio trabajando en conjunción con asociaciones de ciudades y representantes de la industria, y cuyo propósito es ayudar a las entidades locales en los procesos de transformación hacia Ciudades y Destinos Inteligentes, con el objetivo último de incrementar el peso del sector industrial de las Ciudades Inteligentes en el PIB nacional y contribuir de esta manera a que la aportación global del sector industrial de España alcance el 20%, según queda recogido en el Plan Nacional de Reformas 2014 y en la Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España.

Un primer bloque de artículos bajo el epígrafe «La evolución de la ciudad» aproxima al objeto de estudio ofreciendo una cierta perspectiva histórica que permita comprender que la ciudad inteligente no es esencialmente diferente a la ciudad tradicional, sino que entronca directamente con la historia de la urbanización, que es, en definitiva, la historia de la civilización.

José Miguel Fernández Güell parte en su artículo del aparente desencuentro que se ha señalado en ocasiones entre los evangelistas del concepto de ciudad inteligente y los urbanistas, pues el punto de vista de estos se apoya generalmente en criterios de diseño: cómo imponer al espacio urbanizado una racionalidad, un orden basado en consideraciones que tienen que ver con la historia y que se desarrollan dentro de un marco normativo muy concreto. La idea que surge ya desde el principio es la de que cualquier planificador debe ser capaz de interpretar, indefectiblemente, los tres grandes rasgos propios de las ciudades contemporáneas –complejidad, diversidad e incertidumbre– y tratarlas con un enfoque sistémico que permita describirlas con un alto grado de abstracción que facilite un lenguaje común a los agentes interesados, todo lo cual impregna de manera más o menos explícita el resto de aportaciones de este monográfico.

El siguiente artículo de **José María Ezquiaga** aterriza este análisis funcional de la ciudad y lo refiere específicamente a los instrumentos administrativos para su ordenación: planes urbanísticos y las figuras del planeamiento. La propuesta es abordar los desafíos a los que se enfrenta la ciudad (los derivados de la globalización, el cambio climático y las transformaciones sociales) desde un nuevo urbanismo, basado en la transformación y reciclaje de la ciudad existente y apoyado en una disquisición sobre la ciudad actual, introduciendo elementos conceptuales tales como la desterritorialización de las ciudades y la post-metrópolis.

La energía y su uso eficiente es otro elemento de esta nueva ciudad a considerar. Así, en el último artículo de este primer bloque, **Gustavo Espigado Silva** resalta la relación de la transformación de las ciudades occidentales con el abastecimiento de energía como parte del “metabolismo urbano”, sin pretender con esta metáfora describir más que los aspectos funcionales específicos vinculados con el consumo de materia y energía, y aceptando que la ciudad tiene otras dimensiones (culturales, estéticas o relacionales), que no pueden dejarse de lado en un análisis exhaustivo.

El siguiente bloque temático titulado «Economía y Ciudades Inteligentes», acerca a nuevos tipos de negocio emergentes relacionados con la recogida de información en tiempo real, muy vinculados con la explosión del *Big Data* y con formas de economía cooperativas, no sólo en las ciudades, sino en espacios de interacción más amplios, como los destinos turísticos inteligentes.

El primer artículo de **Juan Murillo Arias** ilustra el potencial de negocio vinculado con la captura y análisis de datos masivos en tiempo real empleando un caso puesto en relación con conceptos tales como la apertura de información y las oportunidades alrededor de los servicios ofrecidos por el sector financiero.

Los destinos turísticos inteligentes sobre los que trata **Antonio López de Ávila Muñoz** y **Susana García Sánchez** aparecen como una adaptación a los cambios en el entorno que afectan a la actividad turística, y que es necesario tener muy en cuenta si el país quiere conservar su posición de liderazgo. En relación con las *ciudades inteligentes* (y sus ventajas para sus habitantes), el valor añadido que aporta el concepto de destino turístico inteligente es fundamentalmente la consideración de que el turista es el centro de la actividad económica y de los desarrollos que giran en torno al aprovechamiento de oportunidades, especialmente orientadas a su integración e interacción con el entorno. Esta transformación de los destinos turísticos supone el principal reto actual del sector, y su éxito depende de conseguir una estrecha colaboración público-privada: no es posible incrementar la competitividad de la empresa turística si el destino en el que se ubica no es, a su vez, competitivo.

La información desempeña ya un papel semejante al de las materias primas en la sociedad industrial; de esta manera se entiende que el éxito frente a algunos de los retos a los que hacen frente las ciudades inteligentes está muy relacionado con lo que se denomina *Big Data*. La integración de este tipo de sistemas, sobre los que trata **Felipe Sevillano Pérez** en su artículo, proporcionará a las ciudades capacidad analítica para convertir los datos en conocimiento, reaccionar de manera automática y mejorar la gestión urbana y la toma de decisiones, transformándose la ciudad y su ecosistema en una organización contextual, capaz de adaptarse con dinamismo y agilidad a los continuos cambios de su entorno económico, social, medioambiental, etc..., así como a las necesidades cambiantes de sus ciudadanos, empresas y visitantes mediante el uso de la información proveniente de abundantes y diversas fuentes de datos.

El tercer bloque sobre «Sostenibilidad Ambiental» aborda cuestiones relacionadas específicamente con el metabolismo urbano por vía de cuatro artículos que tratan sobre sostenibilidad energética, gestión del agua, servicios urbanos y movilidad.

Leonardo Benítez y **Mariano Ortega** presentan en un primer artículo una visión de los desafíos principales de las ciudades inteligentes en relación con la gestión de la energía, y ofrece pautas para conseguir la integración de nuevas formas de producción y consumo de manera coordinada y flexible, señalando el papel de las TIC en la operación del futuro sistema eléctrico (redes inteligentes) que incorporarán al sistema recursos de telegestión, telemedición y capacidades predictivas. Estas tecnologías resultarán también un elemento clave para la integración de los servicios energéticos con otro tipo de servicios tales como *smart metering*, recubrimientos tecnológicos de recogida y gestión de datos de consumo en tiempo real, monitorización y control del consumo energético del hogar, entre otros.

Fernando Rayón trata en su artículo sobre el agua, otro recurso escaso cuya gestión se beneficiará en gran medida de las mejoras facilitadas por las nuevas tecnologías y los nuevos hábitos sociales y de participación de los ciudadanos. A pesar de que la actividad que mayor consumo de agua supone es la agricultura, las ciudades se enfrentan a sus propios desafíos, como son reducir el consumo hasta niveles sostenibles (lo que incluye la idea del establecimiento de circuitos de reutilización de agua), mejorar la protección contra las inundaciones y cerrar el ciclo del agua con unos adecuados niveles de depuración. Una de las consecuencias de la integración de las tecnologías existentes, junto con los cambios sociales, será la ruptura de los modelos de planificación «de arriba hacia abajo», que han dominado la gestión urbana desde hace siglos.

A continuación, **Eduardo Fernández Giménez** reflexiona sobre la gestión de los residuos urbanos y cómo puede mejorarse la prestación del servicio gracias a la incorporación de tecnología. Se considera que esta actividad es inteligente cuando, aprovechando las tecnologías actuales de captura de datos, comunicación y análisis, se consigue aportar valor y aumentar la eficiencia de los servicios así como la calidad de las decisiones tomadas, incrementando la calidad de vida en la ciudad y disminuyendo su impacto sobre el entorno. El elevado coste mundial de gestión de residuos asociado al proceso de urbanización global pone de manifiesto la relevancia de conseguir estos objetivos de mejora.

Se cierra este bloque temático con un artículo de **Fiamma Pérez Prada**, **Guillermo Velázquez Romera**, **Victoria Fernández Añez** y **Javier Dorao Sánchez** que aborda uno de los elementos clave de la habitabilidad urbana cual es la movilidad. La incorporación de las TICs a la movilidad implica una importante transformación en su concepción, que afecta a la manera de gestionar la información (y el intercambio de la misma) entre viajeros,

espacio, mercancías y entidades encargadas de la gestión del transporte y las infraestructuras. Las soluciones que se barajan giran en torno a dos elementos: el consumo energético, empleando fuentes de energía alternativa y renovable, y los cambios en el comportamiento de los viajeros (mayor relevancia del transporte público y del transporte no motorizado). Además, la gestión de la movilidad se vuelve también más inteligente, sacando partido de las TIC y de una mejor integración de los modos de transporte (multimodalidad). Finalmente, se ponen en relación los retos de las ciudades con las soluciones que la Movilidad Inteligente podría proporcionar, y se presentan ejemplos reales de estas propuestas.

El último bloque temático del monográfico, «Calidad de vida y ciudadanos», cierra este recorrido por la ciudad inteligente dedicando su atención al grupo cuyo interés justifica todas las consideraciones anteriores, que es el de las personas que van a habitar estas ciudades del futuro.

Comienza el bloque **Miguel Ángel Valero Duboy** tomando en consideración el Hogar Digital Inteligente (HDI) y el enfoque de servicio al ciudadano mediante la incorporación de las TIC. El fin es mejorar la calidad de vida del ciudadano contemplando sus derechos y necesidades de manera inclusiva (atendiendo a la diversidad y considerando las capacidades físicas, sensoriales, cognitivas e intelectuales de quienes lo habitan), configurando un entorno capaz de «comportarse» de manera segura, usable, eficiente y accesible. La visión del HDI como espacio orientado a las personas introduce una dimensión ética desde la fase de diseño, ya que, para considerarse «inteligente», el hogar debe ser accesible. Así, una vivienda no sería ética si, por ejemplo, una persona no pudiera interactuar con ella debido a que el diseño del espacio no tuviera en cuenta sus capacidades motrices. Esta consideración es perfectamente trasladable desde los hogares a la escala de las ciudades.

Y una reflexión sobre esta traslación de los conceptos de usabilidad, accesibilidad y seguridad para todos es lo que tiene lugar en el siguiente artículo de **Juan Luis Quincoces Soler** que trata precisamente de la accesibilidad en las ciudades inteligentes. El autor apunta cómo la percepción de “inteligencia” de una ciudad debe radicar también en lo que perciben los ciudadanos de la misma y que una forma de tener en consideración a todas las personas es incorporar la accesibilidad desde el inicio como parámetro de diseño.

El último artículo de **Ignacio Sánchez Valdenebro** y **Francisco Javier García Vieira** versa sobre gobierno y participación ciudadana en la ciudad inteligente. En efecto, el desarrollo inteligente de la ciudad supone una oportunidad para acercar la Administración a los ciudadanos e incrementar así la capacidad de estos últimos para influir en las decisiones que afecten al futuro de su ciudad. Una buena parte de los ciudadanos (no sólo los urbanitas) son personas hiperconectadas que reclaman, por una parte, una relación más sencilla con la administración (e-gobierno) y una mayor participación en los procesos de toma de decisiones (e-democracia), por otra. El flujo de información es bidireccional. Así, también la Administración es capaz de captar una gran cantidad de información del colectivo de ciudadanos, que debe ser aprovechada en los procesos de toma de decisiones y diseño urbano con el fin de poder implantar procesos de mejora continua. Por ello, el empoderamiento del ciudadano debe ser interpretado como una oportunidad para acortar la distancia entre el gestor y las personas.

En la habitual sección de Otros Temas tienen cabida en esta ocasión dos artículos. En el primero de ellos **José Daniel Buendía Azorín** y **María del Mar Sánchez de la Vega** aplican el modelo de Kaldor de análisis del papel del sector industrial en el crecimiento económico al caso de las provincias españolas, en un contraste basado en técnicas de econometría espacial. En el segundo, **M^a Pilar Latorre Martínez**, **Luis Navarro Elola** y **Jesús Pastor Tejedor** conceptualizan el modelo de innovación territorial surgido en torno a infraestructuras como los Parques Científicos y Tecnológicos a partir del estudio teórico de su evolución, características y objetivos.

CIUDADES INTELIGENTES



PLAN NACIONAL DE CIUDADES INTELIGENTES

JOSÉ MANUEL SORIA

Ministro de Industria, Energía y Turismo

Según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible celebrada en Río de Janeiro en 2012, la mitad de la humanidad vive en ciudades. La población urbana aumentó desde los 750 millones que aproximadamente la constituían en 1950 hasta los 3.600 millones en 2011. Se estima que hacia 2030 casi un 60% de la población mundial residirá en zonas urbanas; en España lo hace ya más del 80%, según datos del Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España del Ministerio de Fomento.

Una parte muy relevante de los servicios públicos son prestados desde las ciudades. Sin embargo, éstas están sometidas a una triple tensión: la dificultad para obtener recursos en un entorno fiscal poco favorable, el aumento de las exigencias de la demanda y la necesidad de una actuación respetuosa con el entorno. La incorporación de la tecnología en el día a día de la ciudad es parte de la respuesta a estos retos al introducir dosis crecientes de eficacia y eficiencia, facilitar una redefinición de los servicios que los hace más sostenibles e incrementar la satisfacción ciudadana. Representa, además, la oportunidad para generar una industria capaz de disputar el liderazgo mundial en este campo, una oportunidad para el crecimiento económico y la generación de empleo.

Las Ciudades Inteligentes constituyen un mercado en expansión al ser el entorno ideal para generar productos y servicios innovadores, en su definición podrán participar administraciones, ciudadanos, empresas, proveedores de servicios e industria tecnológica.

La existencia de datos abiertos proporcionados por servicios municipales, empresas proveedoras, redes de sensores y ciudadanos abrirá la posibilidad de innovación a todos los agentes. El profesor del MIT, Eric von Hippel, al analizar la contribución a la innovación de fabricantes, suministradores y usuarios demostró que la «cuota de innovación» de cada uno de ellos variaba en función del sector. En algunos sectores -los instrumentos científicos, por ejemplo- los usuarios resultaron ser responsables del 78% de las innovaciones; en otros, eran mayoritariamente suministradores o fabricantes. En el caso de las Ciudades Inteligentes asistiremos a un proceso de innovación distribuido de enormes posibilidades ya que el nivel de datos aportados por el conjunto de actores es muy significativo. Presenciaremos a una auténtica reinención de las relaciones entre ciudadanos, empresas, proveedores, trabajadores públicos y responsables locales; unas relaciones que serán más ricas y más intensas.

Para articular estas oportunidades e impulsar el desarrollo de una industria española de Ciudades Inteligentes, el Gobierno ha apostado por poner en marcha un Plan Nacional de Ciudades Inteligentes.

Europa, y destacadamente España, parten de experiencias de transformación muy relevantes y cuentan con una industria capaz de responder a los retos que hemos descrito. La UE calcula que más de la mitad de las 468 ciudades mayores de 100.000 habitantes tienen iniciativas en este ámbito.

España no solo es reconocida por el número y relevancia de sus experiencias, también cuenta, junto a un rico conjunto de proyectos, con un nutrido tejido asociativo. Cabe destacar el esfuerzo que empresas y ayuntamientos están desarrollando para definir estándares e indicadores en el seno del Grupo Técnico de Normalización 178 de AENOR. Son relevantes Iniciativas como la Alianza Inercia, una alianza multisectorial coordinada por la Comisión de Smartcities de AMETIC, y la plataforma tecnológica es.Internet, que han constituido grupos para debatir y acordar estrategias que acercan las capacidades empresariales a las necesidades de las ciudades. Es destacable la puesta en marcha de IntelligenTIC, de CONETIC, que promueve la integración de soluciones implantadas por pymes y fomenta los productos y servicios interoperables para incrementar el retorno de la inversión de las ciudades.

En el ámbito municipal se ha impulsado la Red Española de Ciudades Inteligentes, una auténtica innovación institucional que ha merecido atención internacional. Gracias a esta iniciativa, los ayuntamientos han elaborado un diagnóstico de lo que debe ser una Ciudad Inteligente basado en la integración de muchos puntos de vista y decantado por multitud de aproximaciones. Una experiencia que ha resultado de gran utilidad en el diseño de las políticas de Ciudad Inteligente.

Es particularmente reseñable el trabajo y la visibilidad internacional alcanzados por nuestro país gracias a la Fundación Mobile World Capital Barcelona, un activo que España potenciará y por cuya continuidad trabajará.

Por otra parte, el mercado de soluciones y servicios TIC ligados a Ciudades Inteligentes crece de forma continuada, permitiendo desarrollar y consolidar la industria y contribuyendo a alcanzar el objetivo recogido en la Estrategia Europa 2020: conseguir que el sector industrial represente el 20% del PIB en el año 2020.

Las ciudades españolas y la industria que les da soporte ostentan una posición de liderazgo en Europa. Hasta ahora el Ministerio de Industria, Energía y Turismo ha impulsado acciones en esta área de forma aislada. Con el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes no solo se amplía el alcance de las medidas en marcha y se lanzan nuevas medidas, dotadas con 153 millones de euros, también se establece la estrategia conjunta de la Administración, y se promueve un foro de diálogo permanente con municipios y sector privado.

El Plan obedece a un esfuerzo coordinado de diversos organismos del Ministerio Industria, Turismo y Energía con competencias en Ciudades Inteligentes; la redacción del mismo es fruto del trabajo conjunto de administraciones, asociaciones de ciudades y representantes de la industria; y su propósito es ayudar a las entidades locales en los procesos de transformación hacia Ciudades y Destinos Inteligentes.

Con el fin de mejorar la coordinación de los diagnósticos y esfuerzos realizados por los distintos agentes, el Plan establece la creación del Consejo Asesor de Ciudades Inteligentes. En este nuevo organismo estarán representados tanto los principales agentes del Ministerio - SETSI, Red.es, SEGITTUR, idea y EOI- como las entidades locales y los representantes de la industria. Se trata de un órgano asesor y consultivo que contará con la visión de todos los agentes implicados, y cuyos informes y estrategias contribuirán a conformar la posición española en foros internacionales, coordinar esfuerzos y favorecer la participación de administraciones, empresas, expertos e industria.

El objetivo último del Plan es incrementar aportación del sector industrial de las Ciudades Inteligentes al PIB, promoviendo su crecimiento, así como el tamaño de sus empresas y su capacidad de exportación. Para ello se promoverá la estandarización y la interoperabilidad; las actuaciones con el tamaño y especialización suficiente para ser exportables, la concentración de recursos en áreas novedosas y las políticas activas de reutilización de soluciones.

Otros aspectos capitales que aborda el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes son el establecimiento de indicadores que hagan visibles las mejoras en la gestión, costes y calidad de los servicios prestados, la identificación de los inhibidores normativos que dificultan el desarrollo de los nuevos modelos de negocio y la mejora de la normativa técnica necesaria para facilitar su desarrollo. Se contribuye de esta forma a que el peso del sector industrial en el PIB español sea del 20%, según queda recogido en el PNR 2014 y en la Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España.

La Ciudad Inteligente es una oportunidad para mejorar la calidad de vida de las personas, la sostenibilidad, la accesibilidad y el desarrollo industrial; el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes da forma a ideas, experiencias y recursos de administraciones, asociaciones de ciudades e industrias, una conjunción que nos permitirá desarrollar todo su potencial.

Este artículo se publicó originariamente en *El Economista* del 26 de marzo de 2015.

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 alicaida 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.

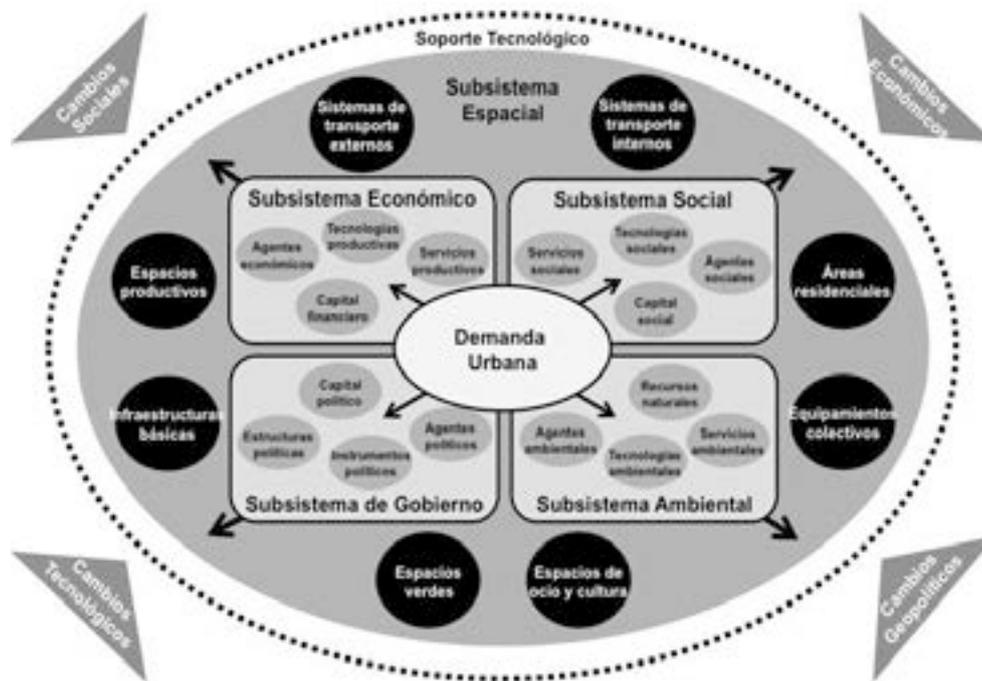
En esta dinámica pueden identificarse tres grandes grupos. En primer lugar, se encuentran los agentes locales, grupo constituido por unos pocos ciudadanos que detentan un gran poder económico y político que sobrepasa con creces sus posiciones formales. En segundo lugar, se encuentran los agentes supra-locales 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.

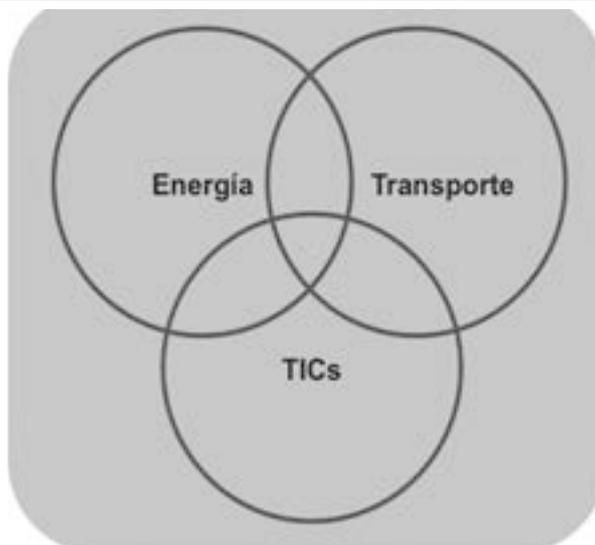
Aún a riesgo de ser tachada de reduccionista, la conceptualización sistémica de la ciudad tiene una clara ventaja: nos permite plantear una abstracción simplificada e inteligible de la complejidad inherente a la realidad urbana, que resulta fácilmente asimilable por los agentes locales y los propios 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; Enerlis *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.

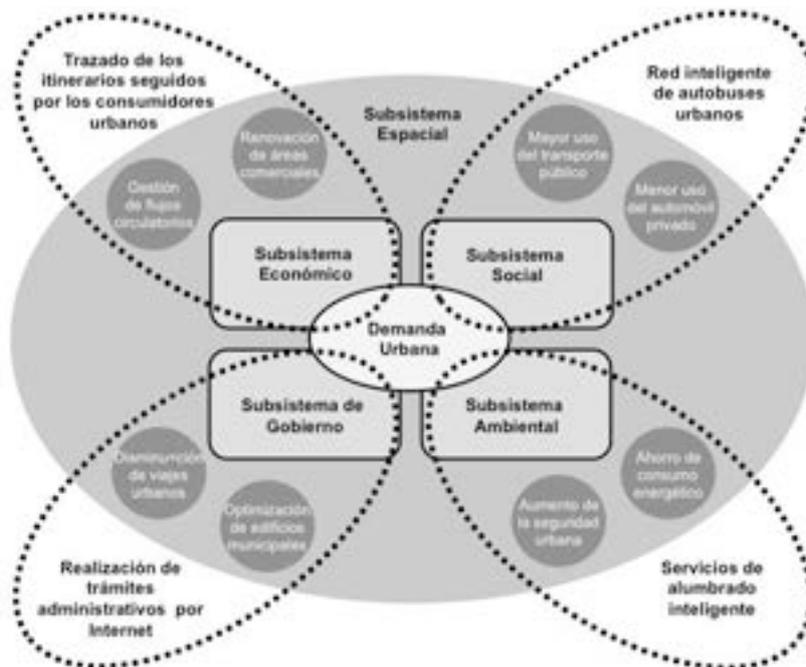
Posibles parámetros de medición: consideración de la especificidad funcional de la ciudad. Incorporación del mayor número de «*stakeholders*» en las iniciativas inteligentes. Potenciación del nivel participativo de la base ciudadana. Creación de nuevos mecanismos de gestión que permitan explotar la información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

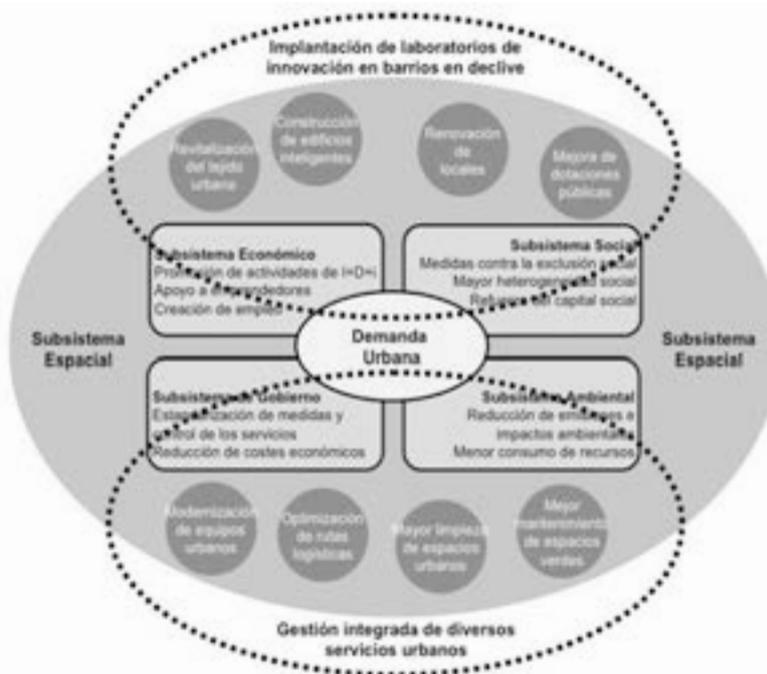
I) Comprensión de la complejidad: Iniciativas poco integradas y simples, que están confinadas en áreas operativas bien determinadas de la ciudad y sin conexiones apreciables con el resto de los sistemas urbanos. A corto plazo, este modelo cumple los objetivos de eficiencia, pero a largo plazo presenta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

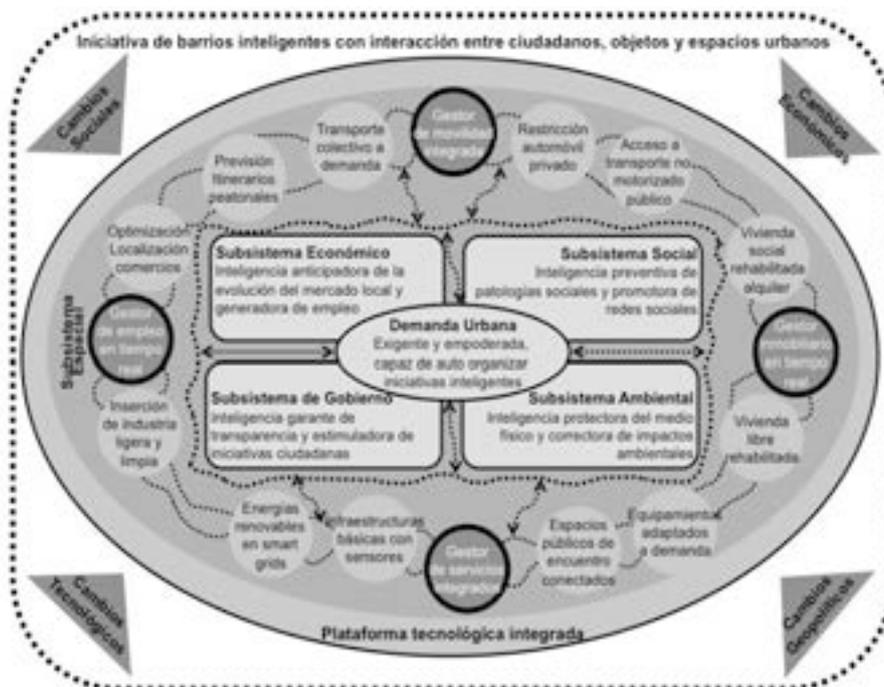
siste la ausencia de instrumentos de prospectiva cualitativa.

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 entrecruzará 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.

LA PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA ANTE LOS ACTUALES DESAFÍOS TECNOLÓGICOS Y SOCIALES

JOSÉ M^a EZQUIAGA

Universidad Politécnica de Madrid

Quizás lo que mejor caracterice la condición contemporánea sea una transformación de las ciudades tan profunda como la experimentada en la fase de surgimiento de las sociedades industriales y, como corolario, la crisis de las ideas tradicionales de urbanidad, espacio público y paisaje.

GLOBALIDAD Y DESTERRITORIZACIÓN ▽

Los cambios en las formas de producción, organización del consumo y movilidad de capitales, personas y bienes, están afectando de manera profunda al carácter de las ciudades. Lo global y lo local se encuentran conectados de manera inimaginable en las sociedades tradicionales. El salto en las tecnologías de comunicación y la estrecha interrelación de los mercados genera que acontecimientos en centros de decisión lejanos afecten rutinariamente a las vidas de millones de personas. Más precisamente, las modernas telecomunicaciones, en especial Internet, han roto vínculos tradicionales entre el tiempo y el espacio. Las ideas de «comunidad virtual» o «ciberespacio» ponen de manifiesto la creciente existencia de esferas de relación y vínculos personales o profesionales no referidos a lugares determinados.

La representación de la ciudad tradicional se construía sobre la idea de límite, bien fuera éste la demarcación física del recinto urbano –materializado en puertas, murallas o bulevares– o bien la escisión más ideal entre el universo artificial ordenado y el mundo de lo orgánico y natural. La cultura urbanística y los instrumentos de planeamiento se han formado histó-

ricamente sobre la metáfora de la ciudad delimitada, asumiendo el objetivo de formalizar armoniosamente el crecimiento sobre el territorio libre circundante. La imagen, de un crecimiento continuo, compacto y denso, organizado en torno a un centro urbano, donde residen las funciones directivas, y delimitado por autopistas orbitales y cinturones verdes ha sido durante varias décadas el *icono* dominante de la ciudad ordenada que inspira las primeras legislaciones del suelo.

La metrópolis moderna ha desvanecido toda idea de límite *a priori*, inaugurando lo que se ha venido en llamar la era de la desterritorialización. El sociólogo británico Anthony Giddens (1990) ha analizado la íntima relación existente entre la modernidad y las transformaciones en el tiempo y el espacio. Las sociedades modernas tensionan crecientemente la escisión entre espacio y lugar favoreciendo las relaciones entre sujetos espacialmente distantes y, por ello, incapaces de mantener contactos cara a cara. Décadas antes Melvin Webber fue pionero en formular las consecuencias espaciales del creciente desarrollo de dominios de relación no referidos a lugares determinados. Las nociones actuales de comunidad virtual o ciberespacio han llevado esta idea a

sus últimas consecuencias (Boyer 1996, Mitchell 1995, 1999). «Por más adecuado que sea el lenguaje de los usos del suelo y las densidades para describir las características estáticas de un sitio, es incapaz de tratar explícita y específicamente de los modelos dinámicos de localización de la comunicación humana, que se dan en el espacio, pero que trascienden cualquier lugar dado» (Webber 1964:84).

Desde la utilización por los sociólogos de la Escuela de Chicago, en los años veinte, de la metáfora orgánica para explicar el ciclo vital de las ciudades, hasta la concepción del planeamiento como expresión de la vocación espacial de un sujeto ciudad, se ha atribuido a la ciudad una imagen equívoca de entidad coherente y unitaria. Más recientemente, la planificación estratégica asociada al discurso económico ha profundizado en la difusión de este icono al presentarnos las ciudades como sujetos económicos disputando en un escenario de competencia universal.

Sin embargo, la ciudad no es tanto un actor como un lugar ocupado por muchos actores (Marcuse, 2000, p. 256). Ya no es posible hablar ya de una relación directa entre las formas de centralidad y una referencia geográfica concreta, como en el pasado pudo establecerse con el Centro Histórico o los modernos Centros Financieros. La expresión contemporánea de la centralidad asume una multiplicidad de configuraciones espaciales, tanto en escala geográfica como en cualidad. La nueva economía, basada en la información y el conocimiento, se caracteriza por su dimensión global, es decir, por la interconexión electrónica que permite que determinadas actividades, destacadamente los mercados financieros, funcionen como «una unidad en tiempo real» (Castells, 2002 y 1997-1998; Sassen, 1991). A partir del reconocimiento de la primacía de las redes virtuales, diversos autores (Webber 1964:84; Mitchell, 1995 y 1999; Boyer, 1996; Asher, 1995 y 2009) se han preguntado acerca del futuro de las grandes aglomeraciones urbanas, frente a los emergentes procesos de desterritorialización. (Teysot, 1998; Burdett y Sudjic, 2007)

REDES VIRTUALES E HÍPER CONCENTRACIONES DE INFRAESTRUCTURA †

Si bien, las ciudades continuarán desempeñando el papel de puestos de mando (Le Corbusier, 1945) la extraordinaria capacidad de generación de riqueza asociada a las nuevas actividades y su desigual distribución en función del lugar que estas ocupen en las redes globalizadas de individuos y empresas, determinan una extraordinaria variedad de situaciones en localización y estructura de la centralidad. Cabe así hablar de centralidades geográficas o electrónicas, en virtud de que estas respondan a nodos físicos de concentración de funciones direccionales, o bien tengan un carácter meta territorial, vinculado a espacios generados electrónicamente, por ejemplo, los mercados financieros (Castells 1995). En todo ca-

so, y paradójicamente, la optimización del uso de las tecnologías de la información demanda siempre un soporte infraestructural material y un territorio geográfico sobre el que desplegarse. Las ciudades globales constituyen, desde este punto de vista, antes que cualquier otra cualidad hiper concentraciones de infraestructura y el ámbito donde se materializa el conflicto entre mercado y esfera pública.

Atendiendo a la forma organizativa del territorio de la centralidad, Saskia Sassen (2001, p.333) constata la permanencia del Centro urbano convencional como expresión clave de la centralidad. Pero detecta, asimismo, tendencias simultáneas hacia la expansión de la centralidad sobre el territorio metropolitano, formando una red de polos de actividad terciaria intensa, y hacia la formación de centralidades «transterritoriales» organizadas sobre redes telemáticas de intercambio económico (Hall y Pain, 2006). Es posible hablar también de una centralidad «infraterritorial», en virtud de los pliegues del tiempo y el espacio sobre las centralidades geográficas concretas.

La telemática aparece como condición necesaria de la descentralización y dispersión espacial de las actividades antes asociadas al Centro urbano, al neutralizar las distancias físicas. Sin embargo, otras fuerzas gravitatorias tienden a mantener la cohesión e importancia de los centros urbanos en cuanto concentraciones de infraestructura y nodos de las redes de innovación tecnológica asociada al conocimiento y a la educación superior.

En este contexto, las ciudades constituyen los centros de control y puntos nodales de localización de mercados y empresas clave, así como el caldo de cultivo de la innovación y la expresión simbólica, y arquitectónica, de las nuevas actividades. A esta función de las ciudades en cuanto soporte infraestructural de la economía, Castells (2002, p. 36) añade la de constituir el ámbito de los valores sociales. En efecto, la moderna economía en red carece de cualquier referencia moral ajena a la estricta lógica de la competitividad y el mercado. La ciudad constituye, por ello, el escenario del conflicto entre mercado y esfera pública que atraviesa y explica la moderna construcción del espacio social y sus expresiones arquitectónicas.

LA «MACDONALIZACIÓN» DEL ESPACIO DEL CONSUMO †

En la esfera social, la escisión espacio/temporal es condición necesaria del dinamismo extremo que caracteriza a la modernidad y proporciona los engranajes para el desarrollo de las organizaciones racionalizadas. Estas son capaces de «conectar lo local y lo global de manera inimaginable en las sociedades más tradicionales y al hacerlo rutinariamente afectan a las vidas de millones de personas» (Giddens 1990:20).

Las consecuencias espaciales de la racionalización del consumo son determinantes. La ciudad tradicional como conjunto de «lugares», es decir, como es-

pacios y acontecimientos identificables, fruto de una historia irrepetible, se ve anulada por un creciente fenómeno de «homogenización» de espacios y modos sociales. Son los denominados por Marc Augé (1998): los «no-lugares» (autopistas, aeropuertos, hipermercados, grandes hoteles,..), fruto de la «macdonalización» (Ritzer 1993) del consumo en esferas diversas. Emerge de esta forma una nueva ciudad «archipiélago», integrada por una suma de lugares «temáticos» (parques de ocio, parques comerciales, centros de negocios, nudos de transporte) conectados por autopistas e idénticos en contextos geográficos muy dispares (Sorkin, 1992); configurando la nueva geografía despojada de identidad a la que Koolhaas (1997) se ha referido como «ciudad genérica».

El reflejo espacial de estas transformaciones ha generado una profunda alteración del escenario urbano. El crecimiento exponencial de la movilidad metropolitana tiende a propiciar una ocupación difusa del territorio antes desconocida. Lo más significativo de este fenómeno es que no se ven desplazadas a la periferia las actividades más débiles –como en la ciudad tradicional europea– o la residencia –como en la formación del suburbio anglosajón– sino que funciones y elementos característicos de la centralidad abandonan las localizaciones tradicionales para colonizar un nuevo territorio suburbano (Rowe, 1991). Como consecuencia de ello se ven distorsionadas las clásicas relaciones de dependencia entre la ciudad central y los núcleos exteriores: el modelo metropolitano segregado y jerarquizado tiende a transformarse en una estructura policéntrica o reticulada. Actividades que antes se desenvolvían en un espacio concentrado consumen ahora una mayor extensión del territorio. La nueva periferia difumina los últimos límites conceptuales entre la ciudad y el campo (Soja, 1989).

En la escala del espacio urbano, esto se traduce en la obsolescencia de las expresiones cívicas convencionales de lo público: avenidas, parques, plazas, equipamientos e infraestructuras, y su sustitución por ámbitos privados capaces de movilizar y congregarse de manera flexible las diversas formas de vida colectiva, particularmente en torno al consumo, entretenimiento y acontecimientos deportivos y culturales. La experiencia de la visión evanescente de los hechos sociales: «todo lo sólido se desvanece en el aire», Berman (1982), prepara a los sujetos contemporáneos para asimilar sin dificultad ni riesgos un espacio sin calidad, carente de densidad significativa, y por ello apto para un consumo efímero.

Los nuevos espacios comerciales tienden a reemplazar las funciones y actividades características del espacio público tradicional: comunicación, encuentro, descanso, diversión,... Su arquitectura, reducida a esquema funcional, se manifiesta ante el usuario como un entorno amigable y liviano, en el que la densidad significativa se sustituye por la capacidad de adaptación plástica a los gustos y demandas cambiantes. En los parques y centros comerciales no existe

como tal un lenguaje arquitectónico, sino la expresión de la contingencia temporal traducida en la sintaxis efímera de los medios de comunicación masiva.

Paradójicamente, los espacios del ocio y el consumo son percibidos por el usuario como el reino de la libertad de elección y de la gratificación inmediata, pero se encuentran sometidos a una programación y control exhaustivo ausente en los espacios cívicos tradicionales. El espacio es considerado como un recurso económico y, en consecuencia, medido, gestionado y normalizado para asegurar su óptimo comportamiento a través de las sofisticadas técnicas del «*merchandising*». Al mismo tiempo, los gustos y los comportamientos de los consumidores son «analizados, cartografiados, cuantificados y manipulados, para explotar al máximo su potencial de gasto» (Project, 2001, p. 784).

LAS FORMAS ORGANIZATIVAS DEL NUEVO TERRITORIO ¶

Como consecuencia de todo ello no existe una forma canónica de la metrópolis contemporánea y la idea de proyecto de ciudad o modelo normativo, en las claves que tenía en la planificación tradicional, solo opera aceptablemente en la micro escala, significando más bien un obstáculo para fundamentar políticas eficientes en la escala metropolitana. La emergencia de un nuevo territorio, que cambia la escala de comprensión e intervención sobre los hechos urbanos y multiplica las dimensiones de su complejidad (Prigogine, 1988:62; Morin, 1990) demanda nuevos instrumentos y estilos de planeamiento y proyecto arquitectónico (Friedmann, 1993:482; Healey, 1992; Ascher, 2009). No debe deducirse de esta afirmación el sometimiento de la evolución de la forma urbana a unas tendencias inexorables del mercado, sino la necesidad de deshacerse de prejuicios para decodificar las nuevas formas de organización metropolitana y poder formular principios eficientes de gobierno del territorio.

Estos principios no podrán ser ya analogías geométricas, como en la tradición del pensamiento urbanístico (de la ciudad jardín descentralizada a la malla polinuclear), sino estrategias adaptadas a un tablero de juego en movimiento, en el que no solo es importante el qué y el cuánto (es decir, la asignación de usos e intensidades de aprovechamiento al suelo) sino la sintaxis y el tiempo (Secchi, 1989). Es decir, definir cómo y en que escalas temporales se construye el territorio. Esta aproximación nos devuelve, paradójicamente, a los momentos fundacionales del urbanismo a finales del siglo XIX y principios del XX, cuando este se manifestaba como instrumento de una más amplia visión de la transformación social y no solo como herramienta reguladora.

En síntesis, las transformaciones modernas de las metrópolis occidentales pueden entenderse como un proceso de superación de las constricciones espaciales que no opera paulatinamente sino en sucesivos saltos de organización y escala:

i. La formación de las áreas metropolitanas, que supuso la superación de los límites de la ciudad tradicional continua y compacta.

ii. La ciudad-región polinuclear, que supone una nueva ampliación de la escala de interacción y la superación de la relación simple de dependencia de los núcleos metropolitanos.

iii. El territorio pos-metropolitano, que inicia la organización fractal de un territorio conformado en torno a grandes ejes de desarrollo supra regional.

La formación de la ciudad-región supuso la superación de carencias significativas de la fase formativa de las áreas metropolitanas pero también la generación de nuevos y grandes desequilibrios territoriales. No se puede dejar de hacer mención de los dos más importantes: el aumento de la superficie urbanizada y el declive de los núcleos centrales tradicionales. En efecto, el incremento del consumo de suelo en proporción significativamente superior, tanto al crecimiento demográfico, como del PIB metropolitano, es un fenómeno común a los países desarrollados. Como consecuencia de esta presión sostenida de la urbanización, tiende a desaparecer el ámbito de lo rural, salvo en los espacios expresamente protegidos, y tienden a multiplicarse los terrenos residuales en expectativa de desarrollo situados en los márgenes de las áreas urbanizadas (Font, Llop, Vilanova, 1999; Boeri, Lanzani, Marini, 1993).

A mi juicio la evolución de la metrópoli no se detiene en la fase de consolidación de la ciudad-región sino que nos encontramos en el umbral de un nuevo salto cualitativo hacia la conformación de un nuevo territorio que siguiendo a Edward Soja (1994 y 2000) podríamos denominar post-metropolitano. Sus rasgos definitorios serían los siguientes:

i. La ex-urbanización distante, como nueva etapa de la suburbanización, apoyada sobre la expansión de las redes arteriales metropolitanas. Este proceso adopta tanto la forma de configuraciones nebulosas de baja densidad como de corredores de concentración de actividades.

ii. El efecto anti-distancia de las nuevas líneas de ferrocarril de alta velocidad y de los aeropuertos locales apoyados en la rápida difusión de las compañías aéreas *low cost*.

iii. La transformación de las pautas organizativas del nuevo territorio. La ciudad-región, geográficamente fragmentada y funcionalmente especializada se transforma progresivamente en un territorio más complejo.

iv. La reactivación de la ciudad central. Paradójicamente, la conformación polinuclear y el incremento de escala de la metrópolis otorgan un valor estratégico al espacio central que explica la multiplicación de proyectos públicos y privados cuyos efectos están por verificar.

De la ciudad dispersa a la metrópolis fractal ↓

La idea de ciudad «dispersa» o «difusa» es insuficiente para caracterizar la compleja lógica espacial del territorio post-metropolitano ya que sugiere la idea de «inundación» neutra del espacio carente de cualidad, a modo de extensión al límite, en clave de baja densidad, de las periferias residenciales tradicionales. Sin embargo, en el nuevo territorio la dimensión de la ocupación es una variable esencialmente geográfica muy valiosa para evaluar el impacto sobre los sistemas naturales y rurales, pero la verdadera clave está, como veremos, en los «modos» de ocupar el territorio (Gareau, 1988; Howard Kunstler, 1993; Indovina, 1990 y 2007; Dematteis y Emanuel, 1992; Monclús, 1998). De la misma manera, la ilusión geométrica que tantas veces ha cautivado a ingenieros y arquitectos a la hora de diseñar las infraestructuras territoriales tiene en este contexto un efecto no solo estéril sino perverso. El nuevo territorio no es equipotencial ni se somete a la simplificación de anillos orbitales prolongados hasta el infinito o retículas territoriales abstractas.

El territorio post-metropolitano supone un extraordinario incremento de la diversidad y la complejidad funcional pero a diferencia de los tejidos urbanos tradicionales densos y mixtos caracterizados por una gran intensidad de las interacciones funcionales en la pequeña escala, el nuevo territorio se organiza sobre la base de piezas de escala intermedia que tienden a reproducir la lógica del conjunto territorial. Por eso puede afirmarse que la segregación funcional simple de las primeras etapas de formación metropolitana se ve superada por una estructura fractal más compleja. De igual forma, la geografía de la polarización social adopta la forma de un mosaico de entidades ensimismadas. La ciudad dual convencional se transforma en un tapiz fragmentario de micro segregaciones espaciales de baja visibilidad (de los guetos de inmigrantes en los intersticios de los tejidos consolidados a las urbanizaciones cerradas más exclusivas).

La centralidad ha sido históricamente una cualidad adquirida a lo largo de un proceso de singularización, espacial y funcional, de determinados lugares de la ciudad. Centralidad implica «diferencia» con respecto al tejido ordinario, que juega el papel de fondo de figura, e implica, así mismo, «identidad» urbana, producida por la presencia de un espacio público (plaza, calle, avenida...) que asumía un significado de «institución cívica» con relación a las edificaciones y actividades (Rowe y Koetter, 1981). Las nuevas centralidades metropolitanas, por el contrario, se singularizan de su entorno por su carácter centripeto, carecen de espacios públicos significativos y basan su identidad en la capacidad de atracción de las actividades que albergan (generalmente grandes superficies de ocio y comercio) más que en la expresión arquitectónica de las mismas.

La metáfora geológica de un espacio estructurado en estratos es probablemente más adecuada que

la zonificación (o segregación de usos) convencional para representar las dimensiones complejas de la realidad metropolitana. Los estratos dan cuenta de diferentes cristalizaciones de la construcción social de la realidad, capaces de solaparse sobre el mismo espacio geográfico y, lo que es más importante, permiten incorporar el tiempo como dimensión adicional del espacio.

Un nuevo urbanismo de transformación y reciclaje

La nueva estructura territorial supone una crisis profunda de los fundamentos más arraigados de la idea de urbanidad. En la ciudad-región pueden todavía identificarse elementos característicos de la conformación de la ciudad tradicional pero se encuentran ausentes las condiciones de densidad, interacción funcional y continuidad espacial sobre los que se asienta el instrumental urbanístico convencional. Esta realidad sitúa en primer plano la cuestión de la sostenibilidad de un modelo de ocupación del territorio basado en el consumo masivo de suelo, recursos y energía y emisiones de carbono.

El concepto de desarrollo sostenible ha dado visibilidad a la necesidad de solidaridad intergeneracional: los habitantes del futuro merecen disfrutar de un medio ambiente mejor o igual que el actual. Esta concepción del desarrollo tiene consecuencias esenciales sobre el enfoque convencional del urbanismo y la administración de los recursos al demandar una previsión de las consecuencias de los procesos de transformación espacial a largo plazo, así como la adopción de políticas que reflejen los costes reales del consumo del territorio y su impacto sobre los recursos.

Aparece de esta forma una nueva atribución de responsabilidad al planeamiento: determinar las capacidades ambientales e impedir que se superen sus límites, adoptando la capacidad de acogida como principio rector para evitar que el consumo de los recursos materiales hídricos y energéticos renovables no supere la capacidad de los ecosistemas para reponerlos, que el ritmo de consumo de los recursos no renovables no supere el ritmo de sustitución de los recursos renovables duraderos y que el ritmo de emisión de contaminantes no supere la capacidad del aire, del agua y del suelo para absorberlos y procesarlos, particularmente en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero.

En las ciudades maduras esto significa abandonar la ilusión del crecimiento y expansión ilimitada para priorizar, alternativamente, un urbanismo de transformación y reciclaje basado en la activación del centro urbano, la reprogramación del suelo vacante, la recuperación del parque deficiente de viviendas, la integración y la hibridación de usos. En las metrópolis emergentes, en las que la población urbana casi se duplicará en los próximos veinte años, el desafío tendrá que ser doble: afrontar la pobreza y facilitar a

todos el derecho a una vida urbana saludable y al mismo tiempo abordar los retos comunes a las grandes ciudades contemporáneas: el cambio climático, la sensibilidad hacia lo local, la incorporación activa de la naturaleza, la sostenibilidad energética y las formas alternativas de movilidad.

Planificar en un contexto de indeterminación e incertidumbre

El planeamiento urbanístico moderno emergió en la Europa de la revolución industrial de la necesidad práctica de garantizar la calidad de vida en las ciudades y la estabilidad de los mercados de suelo, en un momento en el que el crecimiento urbano deterioraba seriamente las condiciones de vida de la ciudad tradicional y amenazaba la propia eficiencia del sistema económico. Las normativas que limitaban el aprovechamiento urbanístico, la densidad residencial o los usos del suelo se justificaban desde la utilidad para garantizar el aire y el sol a las viviendas, la movilidad sostenible, el acceso de los ciudadanos a los equipamientos y servicios, o el equilibrio entre la disposición de una oferta de suelo urbanizado suficiente para satisfacer las necesidades de vivienda y la preservación medioambiental. El planeamiento y la gestión urbanística han constituido instrumentos útiles para alcanzar estándares elevados de calidad de vida pero no han logrado evitar las graves distorsiones que en las últimas décadas han afectado a las grandes metrópolis: dilapidación de recursos naturales o culturales, declive de los centros tradicionales, agravamiento de los costes ambientales e infraestructurales generados por las nuevas formas de ocupación dispersa del territorio, fragmentación social y finalmente crisis financiera e inmobiliaria.

En la actualidad existe un especial interés en la epistemología y en las ciencias experimentales, por el no-equilibrio, la irreversibilidad y probabilidad como nociones clave para el entendimiento de los sistemas dinámicos entre los que se encuentra la ciudad. Como ha señalado Prigogine: «En la concepción clásica el determinismo era fundamental y la probabilidad era una aproximación a la descripción determinista, debida a nuestra información imperfecta. Hoy la situación es la inversa: las estructuras de la naturaleza nos constriñen a introducir la probabilidad independientemente de la información que poseamos. La descripción determinista no se aplica de hecho más que a situaciones sencillas, idealizadas que no son representativas de la realidad física que nos rodea» (*El nacimiento del tiempo*, 1988).

En la esfera urbanística el reduccionismo resultaba manifiesto en los enfoques funcionalistas y organicistas inspiradores de las primeras legislaciones urbanísticas europeas. En estos modelos se asociaba simplificadaamente el orden al equilibrio y el desorden a la inestabilidad. La historia resultaba excluida a priori de los sistemas en equilibrio ya que estos, por definición, sólo pueden persistir en su estado sin fluctua-

ciones. El esquematismo implícito en las técnicas del *zoning* conviene a una concepción estática del plan como consecución de un equilibrio intemporal, entre los múltiples factores que construyen el territorio.

En los años sesenta la reacción teórica frente al esquematismo funcionalista focalizó su atención sobre la dimensión dinámica de los hechos urbanos. En esta línea, las aportaciones de las aproximaciones estructuralistas y sistémicas fueron notables. La consideración de la ciudad como sistema de transformaciones abrió la posibilidad de la formulación de modelos explicativos lógico-matemáticos. Ahora bien, la formulación de modelos de escala diferente de los fenómenos urbanos comportaba dos importantes problemas. En primer lugar, conllevaba una seria dificultad para traducir las formulaciones teóricas en estrategias operativas de intervención en la ciudad apoyadas sobre herramientas urbanísticas. Por otro lado, el relativo fracaso de las pretensiones predictivas de los modelos puso de manifiesto los límites de la descripción determinista para abordar solventemente la complejidad urbana.

El reiterado fracaso de los planes urbanísticos como anticipación a largo plazo del modelo territorial pone de manifiesto la asimetría entre la simplicidad de las técnicas urbanísticas y la complejidad del fenómeno social -la construcción de la ciudad- sobre el que dichas técnicas se aplican. La complejidad geográfica, histórica y morfológica del territorio difícilmente se resigna al encasillamiento simplista en las categorías legales de la planificación. Se hace necesario un enfoque sensible a la heterogeneidad de los espacios y territorios más orientado a identificar las oportunidades en ellos implícitas para promover acciones transformativas que a imponer unas técnicas normativas.

En este nuevo marco, comenzaron a abrirse fracturas en los conceptos convencionales del planeamiento urbanístico como la expresión técnica del interés general. Autores como John Friedmann (1993) han propuesto una nueva aproximación al planeamiento alejada del denominado pensamiento euclídeo. Este último estilo de planeamiento, se considera limitado por su racionalidad instrumental y su enfoque simplista basado en recetas preestablecidas. Como alternativa, el autor define el planteamiento como «aquella práctica profesional que busca específicamente conectar las formas de conocimiento con las formas de acción en el dominio público».

El entendimiento del planeamiento como vínculo entre conocimiento y acción es sustentado teóricamente por otros autores desde la teoría de la acción comunicativa de Habermas. Desde estas aproximaciones el desafío más importante que debe afrontar el planeamiento contemporáneo consiste en articular un entendimiento común de los problemas en un contexto de diversidad social y cultural. El planeamiento gana así un nuevo potencial como instrumento para promover el debate público y el aprendizaje social. La respuesta a la cuestión antes formu-

lada sobre la capacidad del planeamiento urbanístico para ofrecer una respuesta eficiente a estos nuevos problemas, pasa a mi juicio por un cambio de paradigma en el objeto, tal como demuestra este libro, pero también en el método, adoptando un enfoque estratégico, estructural y pluralista.

La estrategia permite anticipar un cierto número de escenarios para la acción susceptibles de ser modificados en función, tanto del progreso de la información disponible, como en respuesta a la aparición de elementos aleatorios que perturben la acción. Como advierte Edgar Morin, mientras la aparición de circunstancias inesperadas adversas supone la paralización del programa, la estrategia es capaz de integrar el azar para modificar o enriquecer su acción. El enfoque estratégico solventa la objeción formulada por Popper a la planificación holística: cuando más grandes sean los cambios intentados mayores tenderán a ser las repercusiones inesperadas y el recurso focalizado a la improvisación fragmentaria, generando el fenómeno de la planificación no planeada. Un enfoque estratégico demanda una clara definición del objeto del Plan para delimitar que problemas deben resolverse a través del mismo y que cuestiones deben remitirse a otros instrumentos de gobierno de la ciudad. Debe, además, ser capaz de establecer unas reglas del juego o sintaxis de elementos irrenunciables o negociables; fuertes o débiles; vinculantes o indicativos.

El enfoque estructural supone entender la realidad urbana organizada en diferentes niveles significativos sobre los que posible incidir con instrumentos normativos y proyectuales diversos. Con un doble objetivo: Proporcionar un marco legible de diagnóstico de los hechos urbanos sin simplificaciones abusivas de su complejidad y facilitar una adecuada correspondencia en los planos de diagnóstico y los instrumentos de intervención y ordenación de la ciudad.

Finalmente, la idea de pluralidad se utiliza en un doble sentido: como toma de conciencia de que la formulación de una estrategia urbanística está estrechamente conectada con la posición del planificador, es decir, con sus valores, y con la posición de la instancia promotora del planeamiento; y como actitud de apertura epistemológica, es decir, como asunción del marco de incertidumbre en el que necesariamente se ha de desenvolver la actividad urbanística. En términos más concretos significa asumir el punto de vista de las demandas plurales de los ciudadanos y la concepción del planeamiento como plataforma óptima para la concertación, tanto en el ámbito de los diversos niveles de gobierno del territorio, como entre aquellos y la sociedad civil y una orientación del mismo hacia la identificación de oportunidades para promover acciones transformativas más que a imponer técnicas normativas.

CONCLUSIONES †

Con base en estos principios es posible reorientar el carácter de Planes y Proyectos urbanos para conver-

tirios en instrumentos de verdad estimulantes, flexibles y abiertos a la innovación. Capaces de abordar los desafíos emergentes de las ciudades contemporáneas: la incorporación activa de la Naturaleza, la sostenibilidad energética, las formas alternativas de movilidad, la economía del conocimiento, etc. sin perder por ello de vista la atención a las necesidades de calidad de vida y cohesión social: salud, acceso a la vivienda, deterioro de las comunidades, etc. y la sensibilidad hacia lo local. Refundando la validez y legitimidad social de los Planes y Proyectos urbanísticos desde nuevos criterios:

a) Como expresión del valor el capital social, económico, espacial y simbólico de la ciudad existente, abandonando la ilusión del urbanismo de crecimiento y expansión ilimitada. Priorizando, alternativamente, la activación del centro urbano, la reprogramación del suelo urbanizable vacante, el reciclaje del parque deficiente de viviendas, la integración y mezcla de usos y la cohesión social.

b) Como vehículo de la responsabilidad intergeneracional sintetizada en el concepto de desarrollo sostenible. Esta concepción del desarrollo tiene consecuencias esenciales sobre el enfoque convencional del urbanismo y la administración de los recursos al demandar una previsión de las consecuencias de los procesos de transformación espacial a largo plazo, así como la adopción de políticas que reflejen los costes reales del consumo del territorio y su impacto sobre los recursos no renovables. El Plan se puede convertir en un instrumento de garantía de los ciudadanos para conocer y decidir de manera efectiva en el futuro de su medio-ambiente y los riesgos inherentes a sus transformaciones.

c) Como marco de negociación de los intereses plurales presentes en la ciudad, entendiendo por tales no sólo los referidos a los actores tradicionales (Administración, colectivos vecinales, propietarios de suelo, constructores y promotores...) sino a las voces hasta ahora excluidas del discurso urbanístico convencional, especialmente las mujeres y los segmentos de población más vulnerables (niños, ancianos, minorías étnicas o culturales...).

d) Como instrumento útil para la gestión de los procesos reales de la ciudad. La complejidad social, geográfica, histórica y morfológica de las ciudades contemporáneas difícilmente encaja en el *zoning* estatutario. Más bien al contrario, estos instrumentos convencionales muchas veces suponen un serio obstáculo para afrontar eficientemente los problemas esenciales de la planificación contemporánea: la insostenibilidad de un modelo de ocupación y uso del territorio basado en el consumo masivo de suelo, agua y energía.

BIBLIOGRAFÍA

ASCHER, F. (2001): «Les nouveaux principes de l'urbanisme». L'Aube. Edición española Madrid, Alianza, 2004.

ASCHER, F. (2009): «Organiser la ville hypermoderne. Grand Prix de l'Urbanisme 2009», Paris, Parentheses.

AUGE, M. (1998): «Los no lugares. Espacios del anonimato. Una antropología de la sobre modernidad». Barcelona, Gedisa.

BOERI, S.; LANZANI, A. y MARINI, E. (1993): «Il territorio che cambia. Ambienti paesaggi e immagini della regione milanese». Milano, Abitare Segesta.

BOYER, M.C. (1996): «Cybercities». New York: Princeton Architectural Press.

BERMAN, M. (1982): Todo lo sólido se desvanece en el aire. Madrid: Siglo XXI, Cuarta edición, 1991.

BURDETT, R. y SUDJIC, D. (eds) (2007): «The Endless City». London, Phaidon.

CACCIARI, M. (2009): «La ciudad». Barcelona, Gustavo Gili.

CASTELLS, M. (1995): «La ciudad informacional: Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional». Madrid: Alianza Editorial.

CASTELLS, M. (1997): «La era de la información. Volumen I. La sociedad red». Madrid: Alianza Editorial.

CASTELLS, M. (1998): «La era de la información. Economía, Sociedad y Cultura. Volumen II. El poder de la identidad». Madrid: Alianza Editorial.

CASTELLS, M. (1998): «La era de la información. Economía, Sociedad y Cultura. Volumen III. Fin de Milenio». Madrid: Alianza Editorial.

CASTELLS, M. 2002: «La Ciudad de la Nueva Economía». *Pasajes*, nº 35, marzo, pp. 34-37

DEMATTEIS, G. y EMANUEL, C. (1992): «La diffusione urbana: Interpretazione e valutazioni en DEMATTEIS, G. (ed) Il fenómeno urbano in italia; interpretación, prospettive, politiche, Franco Angeli, Milán.

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORTS AND THE REGIONS (1999): «Towards an Urban Renaissance». London. Department of the Environment, Transport and the Regions.

EZQUIAGA, J.M^o. (1990): «Las afueras. Transformaciones del paisaje periférico». *Arquitectura*, nº 286-87, septiembre-diciembre, pp. 72-87.

EZQUIAGA, J.M^o. (1993): «Madrid, una dimensión de metrópoli». *Cahiers de l'aurif*, nº 104-105, Aout, Págs. 73-80

EZQUIAGA, J.M^o. (1994): «The City of Madrid. A Cohesive Vision with a Dynamic Approach». *De Architect*, september, pp. 54-63

EZQUIAGA, J.M^o. (1995): «Horizontes post-metropolitanos» en Varios Autores: De la ciudad antigua a la cosmópolis, págs. 207-228. *Cuadernos de la Fundación Botín*, nº 12. *Observatorio de Análisis de Tendencias*. Santander, 2008

EZQUIAGA, J.M^o. (2000): «The Madrid Region» en Roger Simmonds y Gary Hack (Eds): «The Global City Regions. Their Emerging Forms» London, New York, Spon Press, Págs. 54-65

FLORIDA, R. (2005): «Cities and the Creative Class». New York: Routledge.

FONT, A.; LLOP, C. y VILANOVA, J. M^o. (1999): «La construcció del territori metropolità, Morfugénesi de la regió urbana de Barcelona». Barcelona, Mancomunitat de municipis del Àrea metropolitana del Barcelona.

FRIEDMANN, J. (1993): «Toward a Non-Euclidean Mode of Planning». *Journal of the American Planning Association*, vol 59, nº 4, pp 482-485.

GARREAU, J. (1988): «Edge city. Life in the new frontier». New York: Anchor Books,

GIDDENS, A. (1990). «The Consequences of Modernity». Stanford, California, Stanford University Press.

GIDDENS, A. (2002). *Sociología*. Madrid: Alianza.

HALL, P. (1998): «Cities of Tomorrow». Oxford: Blackwell.

HALL, P. y PAIN, K. (eds) (2006): «The Polycentric Metropolis». London: Earthscan

HARVEY, D. (1990): *The Condition of Postmodernity*. Oxford: Blackwell, Third impression,

HEALEY, P. (1992). «Planning through Debate: The Communicative Turn in Planning Theory». *Town Planning Review*, vol 63, nº 2, pp 143-62.

- HEALEY, P. (2007): «Urban complexity and Spatial Strategies». New York: Routledge.
- HOWARD KUNSTLER, J. (1993): «The Geography of nowhere». New York: Touchstone book. Simon and Schuster.
- INDOVINA, F. ed. (1990): «La città diffusa» Venezia; DAEST-IUAV.
- INDOVINA, F. ed (2007): «La ciudad de baja densidad» Barcelona: Diputación de Barcelona.
- JACOBS, J. (1961): «The Death and Life of Great American Cities». New York: Random House. Edición castellana Capitan Swing Libros, 2011
- KLING, R.; OLIN, S. y POSTER, M. (1991): «California, the transformation of Orange Country since World War II». Berkeley: University of California Press.
- KOOLHAAS, R. (2006): «La ciudad genérica». Barcelona, Gustavo Gili.
- KOOLHAAS, R.; BOERI, S.; KWINTER, S.; TAZI, N. y ULRICH OBRIST, H. (2000): «Mutaciones». Barcelona: Actar.
- LE CORBUSIER (1945): «Manière de penser l'urbanisme». Boulogne-sur-Seine, ed. L'Architecture d'Aujourd'hui. Manera de pensar el urbanismo, Buenos Aires: Infinito, 1976.
- MARCUSE, P. y VAN KEMPE, R. (2000): *Globalizing Cities. A New Spatial Order*. Oxford: Blackwell
- MITCHELL, W.J. (1995): «City of Bits». Cambridge (Mass.) MIT Press.
- MITCHELL, W.J (1999): «e-topia». Cambridge (Mass.) MIT Press.
- MONCLÚS, F.J., ed. (1998): «La ciudad dispersa». Barcelona: Centro de Cultura Contemporània de Barcelona, pp. 223.
- MORIN, E. (1990): «Introduction a la pensée complexe». Paris: ESF Editeur.
- MOSTAFAVI, M. y DOHERTY, G. (2010): «Ecological Urbanism» Harvard GSD, Baden, Lars Müller Publishers.
- MUÑOZ, F. (2008): «Urbanización. Paisajes comunes lugares globales». Barcelona: Gustavo Gili.
- PROJECT ON THE CITY (2001): «Harvard Design School Guide to Shopping». Köln: Taschen.
- RITZER, G. (1996): «La Mac Donalizacion de la Sociedad». Barcelona.
- ROGERS, R. y GUMUCHDJIAN, P. (2000): «Ciudades para un pequeño planeta». Barcelona: Gustavo Gili.
- Rowe, C. y Koetter, F. (1981): «Ciudad collage». Barcelona: Gustavo Gili.
- ROWE, P. (1991): «Making a Middle Landscape». Cambridge (Mass.), London, the MIT Press.
- RUSK, D. (1993): «Cities without suburbs». Washington, D.C: The Woodrow Wilson Center Press.
- SASSEN, S. (1991): «The Global City». New York: Princeton University Press.
- SECCHI, B. (1989): «Un Progetto per L'Urbanistica». Torino: Einaudi.
- SIMMONDS, R. (1993): «The Built Form of the New Regional City: a Radical View» en HAYWARD, Richard, MC GLYUN, Sue (Ed) «Marking better places. Urban Design Now». Oxford: Butterworth.
- SOJA, E.W. (1994): «Postmodern Geographies». London, New York, Verso, Fourth impression.
- SOJA, E.W. (2000): «Postmetropolis. Critical Studies of Cities and Regions». Oxford: Blackwell.
- SOLA-MORALES, M. (1997): «Las Formas de Crecimiento Urbano». Barcelona: Ediciones UPC.
- SORKIN, M. (1992). «Variations on a Theme Park. The New American City and The End of the Public Space». New York: Hill and Wang, Sixth printing.
- TEYSSOT, G. (Ed) (1988): «La città del mondo e il futuro delle metropoli». Esposizione Internazionale della XVII Triennale. Milano; Electa.
- VARIOS AUTORES (1998): «Civitas/ What is a city?» en *Harvard Architecture Review*, nº10. New York.
- VARIOS AUTORES (1994): «The Periphery» en *Architectural Design*. London.
- WEBBER, M.(1964) «The Urban Place and The Non Place Urban Realm» en WEBBER, M. et alt. (eds) *Explorations into Urban Structure* Philadelphia: University of Pennsylvania Press (Edición española: Barcelona, Gustavo Gili).
- ZUKIN, S. (1991): «Landscapes of Power». Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- ZUKIN, S. (1995): «The cultures of cities». Oxford: Blackwell.

DISEÑO URBANO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

GUSTAVO ESPIGADO SILVA

Arquitecto urbanista
Escuela Superior de Arquitectura de Madrid

Hoy en día cualquier ciudad que se precie aspira a ser una *Smart City*, aunque sus representantes no estén seguros de su significado. El concepto, de candente actualidad, presenta diferentes definiciones que están en constante revisión. En función del perfil de quien describe el concepto, se destaca uno u otro aspecto relacionado (no nos libraremos de que lo mismo pase aquí)

con que nos damos cuenta de su complejidad y carácter multidisciplinar. Para los que estudiamos la ciudad es una buena señal la relevancia lograda. Es importante el debate, y que este alcance diferentes ámbitos de la sociedad. Sin ahondar en las diversas definiciones, podemos encontrar como denominador común la aplicación de sistemas de gestión de los servicios urbanos, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y de avanzar hacia un desarrollo económico-ambiental sostenible. Es decir, un tema atractivo que difícilmente encontrará detractores. Desafortunadamente, cuando cuestiones tan complejas y novedosas asumen cierta notoriedad, existe el peligro de transformarse «tema-de-moda». En manos de agentes interesados el discurso se simplifica para que sea más fácilmente consumido. Se trivializa. El debate inicialmente técnico, llega a la sociedad desde la esfera del marketing, tanto inmobiliario como político. Esto no es exclusivo de las *Smart Cities*, ya que también lo vemos en conceptos como con la «Sostenibilidad» o el «Desarrollo Sostenible», cuya significado se ha banalizado.

Si partimos de una definición como «Las *Smart Cities* son ciudades que, por medio de las aplicaciones de la tecnología en sus diferentes ámbitos, se transforman

en localidades más eficientes en el uso de sus recursos, ahorrando energía, mejorando los servicios entregados y promoviendo un desarrollo sustentable» (1), tenemos un ejemplo de como algunas veces el concepto se limita exclusivamente en la aplicación de los avances en tecnología de la información y de la comunicación, orillando las cuestiones propias de funcionamiento de la ciudad. En nuestra opinión la «Ciudad Inteligente» es, antes de nada, Ciudad. Y como tal no es un ente simple, donde se desarrolla gran diversidad de relaciones a distintos niveles, intercambios materiales y de información y donde se realizan actividades de distinta naturaleza. Estamos convencidos de que la mera utilización de nuevas tecnologías no es suficiente, *per se*, para promover el desarrollo de una ciudad.

En absoluto se pretende minimizar el alcance del avance tecnológico en la gestión urbana. Estos tienen un enorme valor como herramientas capaces de suministrar la información necesaria para gestionar de forma eficiente el consumo de recursos, la regulación de flujos o la generación de residuos. Su simple aplicación sería útil, pero seguramente alcanzaría cotas superiores de aprovechamiento si fuera soportada por otros criterios propios de la disciplina urba-

nística. Es fundamental defender el empleo de estas herramientas desde un enfoque multidisciplinar, controlando los diversos aspectos que abarcan la complejidad de la ciudad. Defendemos que desde la disciplina urbanística, asumida sin presiones externas (especialmente económicas y/o políticas), se lleve a cabo la coordinación de las propuestas y actuaciones, buscando la comprensión integral del funcionamiento del caso estudiado, sin posturas pre-establecidas y utilizando tanto las nuevas herramientas tecnológicas como las lecciones aprendidas de la historia.

LOS PROBLEMAS DE LA CIUDAD †

Creemos que «como forma de organización, la ciudad es creativa ya que permite reunirse y comunicarse, interactuar, a una gran diversidad de personas con oficios y conocimientos diversos...»(2). Las ciudades ofrecen diferentes ventajas, oportunidades económicas y laborales, información, servicios, facilidades derivadas de concentración e interrelación entre personas. Al mismo tiempo, por el crecimiento urbano aparecen efectos negativos que deben ser controlados, como la contaminación ambiental, el consumo masivo de recursos naturales, la desaparición de espacios de desahogo, el aumento en el coste del suelo, los desequilibrios sociales, y un largo etc. Teniendo en cuenta pros y contras, dadas las ventajas del que posiblemente sea uno de los mayores inventos de la humanidad, debemos invertir nuestros esfuerzos en corregir sus disfunciones, reduciendo desventajas y valorizando los beneficios.

A lo largo la historia la ciudad ha sido un polo de atracción. Después de la Revolución Industrial ese poder se incrementa, al punto de que en la actualidad hay más personas viviendo en ciudades que en el entorno rural. En numerosos casos ese crecimiento urbano no ha sido ordenado, y la ocupación se ha desarrollado generalmente de forma desequilibrada. El sistema urbano, compuesto de diversos parámetros que se interrelacionan, condiciona el desarrollo de todos los que forman parte de él. Entre cuestiones ambientales, sociales, económicas, todo converge afectando para bien o para mal en la calidad de vida de sus habitantes. Y como tal sistema el estudio aislado de algunos de sus parámetros se debe hacer cuidadosamente, con el fin de no excluir del análisis la influencia que tendrán unos sobre otros.

En este sentido es interesante analizar la cuestión de la eficiencia energética, uno de los aspectos más relevantes del concepto de *Smart City*. Dados nuestros hábitos, actividades y por supuesto los medios empleados para suplir todas nuestras demandas, el consumo de energía es necesario en un grado elevado en cualquier sector, tanto el industrial como el residencial, de servicios, transportes... y la ciudad, como medio donde se desarrollan estas actividades, es un consumidor de primer orden. Analizar exclusivamente la cuestión energética en el entorno urbano sin

tener en cuenta sus orígenes e implicaciones nos llevaría a un resultado parcial. No deberíamos simplemente actuar sobre las infraestructuras de generación, transporte y consumo de energía, manteniendo un enfoque limitado y sectorial. Es fundamental reconocer para qué se consume la energía, donde, en que cantidad, qué ocurre con las pérdidas o los residuos generados.

Una Ciudad Inteligente debe contar con sistemas para reconocer, analizar y controlar estos consumos, y la actuación directa sobre las infraestructuras es necesaria, pero sin perder de vista la configuración de la ciudad, con el fin de optimizar la actuación. De hecho, una vez que la ciudad no es estática, sino que se mantiene en constante cambio, ¿no sería interesante promover el cambio de la misma hacia un modelo de racionalización del consumo y desarrollo óptimo de las infraestructuras?

La realidad construida actual es herencia de la puesta en práctica de anteriores teorías urbanas y de su adaptación a las transformaciones sufridas en la sociedad y en el entorno. El estudio de lo existente, para la posterior propuesta de una nueva ordenación es práctica habitual en el urbanismo (por lo menos en teoría). Menos común es el análisis crítico de las propuestas anteriores, como forma de evaluar las medidas aplicadas. En este sentido, aun acertando en la identificación de problemas, seguimos utilizando mecanismos similares a los propuestos en anteriores proyectos, que han demostrado no ser del todo eficaces. La zonificación de la ciudad según áreas monofuncionales, la dispersión urbana, el descontrol en las dimensiones de red viaria o de zonas verdes son constantes, cuyas consecuencias dañinas son visibles en muchos casos, pero que siguen presentes en los actuales planes de ordenación sin apenas cambios.

Por todo esto planteamos este artículo no desde la definición del concepto de «Ciudad Inteligente», sino en el reconocimiento previo de la complejidad de la «Ciudad a secas». Proponemos un breve repaso a los principales modelos urbanos desde finales del siglo XIX, visibles en nuestras ciudades, para a partir de ello incidir en la relación de estos con el comportamiento energético del conjunto de la ciudad, en función de las necesidades, flujos y actividades generadas, y de su adaptación a la demanda de la sociedad actual, con el fin de aprovechar las experiencias del pasado como base para las estrategias actuales. Se trata de dar un pequeño paso atrás... para coger impulso.

LA CIUDAD INDUSTRIAL. LOS ENSANCHES DECIMONÓNICOS †

Una gran parte de los problemas que encontramos en nuestras ciudades tiene su origen en la expansión urbana como consecuencia de la Revolución Industrial. La evolución de la industria cambia la ocupación del territorio, primero en Inglaterra, y de forma similar en los demás países que posteriormente emprendie-

ron su industrialización. Las concentraciones industriales resultantes generaron grandes aglomeraciones junto a ciudades existentes, gracias al desarrollo de la máquina a vapor y apoyado en el avance del transporte motorizado.

Esas aglomeraciones se generaron sin apenas planificación y sin control sobre las características más básicas de calidad de la nueva edificación. Se fueron formando por la yuxtaposición *ad infinitum* de infraviviendas para la clase trabajadora, que dejaba el campo en busca de oportunidades. Más allá de las condiciones de la edificación, desde el punto de vista de la organización urbanística no había regulación, y no se daban las condiciones sanitarias más básicas. Entendiendo que en el conjunto de la ciudad ese problema es una cuestión colectiva dado el enorme riesgo de epidemias, a lo largo del siglo XIX en Gran Bretaña, se desarrollan diferentes normas que regularon tanto la vivienda obrera, como la infraestructura sanitaria.

De esta forma se desarrollaron las bases de la reglamentación urbanística de la ciudad industrial a mediados del siglo XIX. Se centraron en la ordenación de «las servidumbres impuestas por las realizaciones técnicas –el ferrocarril primordialmente– y de los servicios invocados por los higienistas para remediar las deficiencias sanitarias de las instalaciones paleoindustriales»(3). La racionalización de los medios para organizar el incremento de población, las necesidades de transporte y nuevas redes de infraestructuras eran necesidades comunes. Pero también lo era garantizar la seguridad y modernizar la imagen de nueva ciudad burguesa. De estas soluciones, tanto técnico-sanitarias como económicas, estéticas o de seguridad, es consecuencia la nueva configuración formal, en favor una mayor regularidad en todas sus dimensiones, facilitando el diseño y mejorando el desempeño de los servicios urbanos.

Es posible hacer una doble interpretación del modelo. Por un lado representa un cambio frente a la ciudad histórica, una vez que supone una ampliación sin precedentes, la mejora de las condiciones sanitarias, la dotación de nuevas infraestructuras y una mayor jerarquización del espacio público, sin contar con que la regularización parcelaria favorece la construcción de edificios más amplios y mejor ventilados. Pero dentro de esta revolución se mantiene el léxico urbano tradicional, es decir, emplea los mismos elementos urbanísticos de la ciudad tradicional, manejándolos de una forma más racional. En la ciudad industrial seguimos viendo calles conformadas por alineaciones de edificios en manzanas cerradas, plazas, edificios singulares que actúan como focos, parques, etc. En palabras de López de Lucio, estas actuaciones «suponen la última etapa de una evolución secular de la ciudad, la codificación y racionalización últimas de la ciudad de manzana cerrada que viene evolucionando desde la propia aparición del fenómeno urbano en Europa»(4).

El conjunto de actuaciones realizadas en París por el Barón Haussmann es el ejemplo más importante del

que pasa a ser modelo para diferentes ciudades europeas (5). En España el crecimiento de las grandes ciudades se resolverá a través de los conocidos «Ensanches». Al contrario de lo que ocurre en París, los proyectos como los ensanches de Madrid y Barcelona, ambos aprobados en 1860, apenas actúan sobre la trama existente. Son añadidos a la ciudad histórica, pero por su extensión y por el trazado regular que poco se parece al diseño de lo existente, son como una nueva ciudad que viene a complementar la anterior. Estos propondrán unas densidades menores que en la ciudad preindustrial, pero permitiendo generar un «espacio social intensamente urbano; donde el valor de la proximidad y la posibilidad de los desplazamientos peatonales son notas características» (6).

Posiblemente lo que mejor caracteriza a los ensanches es que mantienen, o incluso incrementan, la complejidad y la variedad del núcleo histórico. Lo hacen buscando una configuración que responda racionalmente a las demandas de la sociedad industrial. Esa complejidad tiene que ver con la variedad de usos y actividades que se implantan, ya que no son solamente viviendas, sino también están presente el comercio, equipamientos, servicios, oficinas, pequeños talleres, etc.

Por supuesto que los ensanche también tienen problemas, como la carencia de zonas verdes o la excesiva ocupación de las manzanas. Ciertamente algunas de estas cuestiones se hubiesen minimizado de haberse seguido fielmente las determinaciones originales de sus planificadores. Por ese motivo el estudio de los proyectos, tanto de José María Castro para Madrid, como de Ildelfonso Cerdá para Barcelona, es una gran ayuda a la hora realizar un análisis riguroso de lo finalmente ejecutado. En este sentido es relevante el caso barcelonés, cuyo modelo inicialmente propuesto abordaba aspectos que hubiesen generado una ciudad no solamente con más espacios verdes, sino también con una configuración edilicia más variada y poli-céntrica. Habría adelantado ideas, como la edificación abierta (eso sí, manteniendo la base de la alineación a viario que garantiza la imagen de la calle corredor) que posteriormente fue defendida por la ciudad del Movimiento Moderno (7) (ver ilustraciones 1 y 2, en la página siguiente).

En ambos casos la ocupación de las manzanas superó lo establecido en los planes originales. El incremento de alturas o la ocupación del patio central de manzana, consecuencias de la presión especulativa, perjudicaron la calidad final de las viviendas y del entorno urbano. En este sentido la peor parte se lleva Madrid, que ha permitido un mayor fondo edificable y una ocupación más densa de las manzanas, posibilitando la existencia de viviendas interiores, sin ventanas a calle o a patios de manzana amplios.

La multifuncionalidad de la trama de los Ensanches permitió el desarrollo de una ciudad dinámica, donde los diferentes servicios se pueden encontrar con desplazamientos cortos y sin la dependencia de medios de transportes motorizados. En cuanto a esto pode-

ILUSTRACIÓN 1
ANTEPROYECTO DE ENSANCHE DE MADRID



FUENTE: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Madrilgo_Castro_zabalgunea%2C_1861.jpg.

ILUSTRACIÓN 2
PROYECTO DE ENSANCHE DE BARCELONA



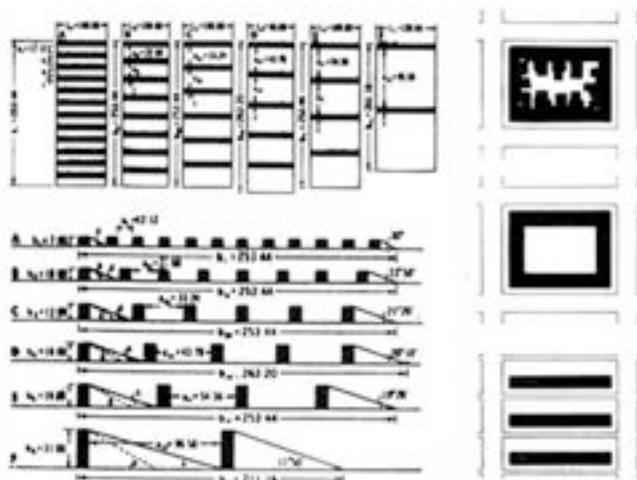
FUENTE: http://es.wikipedia.org/wiki/Plan_Cerd%C3%A1#mediaviewer/File:PlaCerd%C3%A1_1859b.jpg.

mos encontrar diferencias entre los ejemplos. Mientras Cerdá planteaba una ciudad poli-céntrica, sin funciones asignadas y sin segregación social por zonas previamente establecida (el mercado ya se encargaría de ello), Castro plantea la ocupación de determinadas actividades por áreas e indica una separación por estratos sociales. Sobre la importancia de la ciudad histórica, en Madrid asume un papel de centralidad, mientras en Barcelona se trata como preexistencia sin mayor peso específico. De todas formas no podemos, incluso en el caso de Madrid, hablar de una zonificación funcional estricta, una vez que gran parte de las actividades y servicios se encuentran distribuidos. Además, las distancias entre las partes de la

ciudad siguen siendo reducidas, con que las necesidades de los flujos de personas se pueden resolver con relativa facilidad.

La densidad jugó un papel fundamental en el modelo, aunque una pequeña reducción de la misma, tal y como se pretendía en los proyectos originales, en favor de una menor ocupación de las manzanas, con la recuperación de los patios ajardinados o de la reserva de más zonas verdes, hubiese mejorado la calidad del entorno y de la vida de sus habitantes. La densidad favorece no solamente la demanda de transporte, sino especialmente en la complejidad y la riqueza de la conexión entre personas en el espacio urbano.

ILUSTRACIÓN 3
DIAGRAMAS CON DISTANCIAS ÓPTIMAS ENTRE EDIFICACIÓN SEGÚN ALTURA, DE W. GROPIUS



FUENTE: <http://www.ruralise.co.uk/contemporary-farmsteads-3/gropius-density-diagram-2/>

En general, la experiencia de los Ensanches en España significó un avance importante de la ciudad tradicional, y aunque haya aspectos mejorables, ha alcanzado resultados aceptables. Desafortunadamente, en lugar de buscar soluciones a los problemas que se detectaban, se apostó por modelos alternativos.

LA CIUDAD MODERNA ¶

El crecimiento de las grandes ciudades europeas se mantiene a principios del siglo XX y la Primera Guerra Mundial agrava la situación, con el parón en la construcción durante el conflicto (8) y el éxodo rural. Con el fin del mismo, urge un incremento del parque residencial en las grandes ciudades europeas. Diferentes capitales desarrollan programas, en muchos casos bajo la intervención del Estado, para la construcción de viviendas. Bajo este panorama aparecen las propuestas del llamado Movimiento Moderno, maduradas entre el fin de la guerra y la crisis del 29. Para sus defensores, las intervenciones que se venían realizando sobre la ciudad histórica no eran suficientes para acoger la nueva realidad técnica, motorizada e industrial. La sociedad de la máquina debería garantizar la mejora en la calidad de vida, imposible en las viejas ciudades colmatadas donde los automóviles y las personas se mezclan peligrosamente, donde el ruido y el humo están presentes junto a las viviendas y donde el sol no es capaz de alcanzar a todos los hogares, abigarrados en los grandes centros urbanos.

La Ciudad Moderna debería apoyarse en los avances ya alcanzados por el desarrollo industrial, contando con una arquitectura en relación directa con la técnica, la economía y la sociedad. Desde una concepción propia de la lógica productiva, los edificios resultantes deberían estar agrupados de acuerdo con sus funciones, con el fin de alcanzar en estos sectores una gestión eficiente. El conjunto de sectores, es decir, la

ciudad, debería garantizar la correcta relación de las partes con el todo, posible gracias al desarrollo de los medios de transporte. El carácter estrictamente racional de esa propuesta metodológica descompone la ciudad en «piezas» funcionales para que sean construidas de forma especializada, teniendo en cuenta la identificación de cuatro funciones básicas: habitar, trabajar, descansar (ocio) y el transporte.

La vivienda encabeza los primeros esfuerzos del Movimiento Moderno, en su papel «como centro de las preocupaciones urbanísticas» (9). Siguiendo la lógica racionalista, la vivienda se diseña desde la optimización del espacio, de la simplificación, evitando lo superfluo. Se persigue la vivienda mínima, como fórmula para construir con eficiencia de medios, respondiendo con economía a la enorme demanda de alojamiento digno.

Esas viviendas de tamaño ajustado se organizan en edificios construidos según criterios y técnicas industriales, el taylorismo, el uso del acero y el hormigón armado. Para alcanzar una mayor economía era necesaria la estandarización y repetición. Su disposición debe garantizar a las viviendas el acceso al soleamiento y al aire puro. Eso conlleva tipos edificatorios como los bloques de desarrollo longitudinal y poco espesor, o las torres (aunque estas, por el elevado coste de estructura fueron menos comunes). A su vez, estos edificios se distribuyen sobre el terreno buscando la mejor orientación solar, con independencia del trazado del viario, y con una determinada distancia entre ellos con el fin de evitar las sombras arrojadas (ver ilustración 3).

Se propone una composición que independiza la alineación viaria de la edificación, con que desaparece la llamada «calle-corredor», es decir, la calle tradicional espacialmente definida por los planos de fachadas de los edificios alineados a viario. El des-

ILUSTRACIÓN 4
BARRIO DE KIEFHOEK, ROTTERDAM. J.J.P. OUD



FUENTE: <http://www.nieuws.top010.nl/kiefhoek>

arrollo desvinculado del viario rodado genera un nuevo espacio público situado entre los edificios. La vegetación está presente en dicho vacío, que funciona como acceso peatonal, acercando la naturaleza a la vida de los habitantes de este entorno exclusivamente residencial, no contaminado por las chimeneas de las fábricas, y donde los automóviles tienen acceso limitado. Para soportar este modelo de separación funcional era fundamental contar con una infraestructura de transporte robusta. Es destacable la importancia que concede una figura como Sigfried Giedion al transporte, y más concretamente al automóvil:

«La constitución fundamental de la ciudad contemporánea requiere la recuperación de la libertad de esas tres cosas; del tráfico, de los peatones y de los barrios residenciales e industriales. Esto tan sólo se puede lograrse separándolos. (...) Hoy en día tenemos que abordar la ciudad desde un nuevo ángulo, dictado por la llegada del automóvil, basado en consideraciones técnicas, y correspondiente a la visión artística nacida en nuestra época: el espacio-tiempo» (10).

A la hora de analizar las realizaciones es importante reconocer que se percibe en su evolución temporal un cambio de enfoque que responde no solamente a un proceso de maduración, como también a los diferentes enfoques de los personajes que en cada momento asumieron el protagonismo del movimiento.

Desde el final de la Primera Guerra Mundial observamos la relevancia de un importante grupo de arquitectos que defendían una mayor presencia en la administración pública, investigando sobre cuestiones económicas, de construcción industrializada, en lo referente al diseño e incluso tomando una postura política para garantizar la gestión del parque residencial. Estos tuvieron la oportunidad de aplicar sus tesis gracias a la proliferación de administraciones de izquierdas en Centroeuropa entre los años 20 y principios de los 30, y el resultado es

ILUSTRACIÓN 5
PROPAGANDA EN LA CONTRA-CAPA DE LA REVISTA
DAS NEUE FRANKFURT. VISTAS DE LA COLONIA DE
HELLERHOF, DE MART STAM

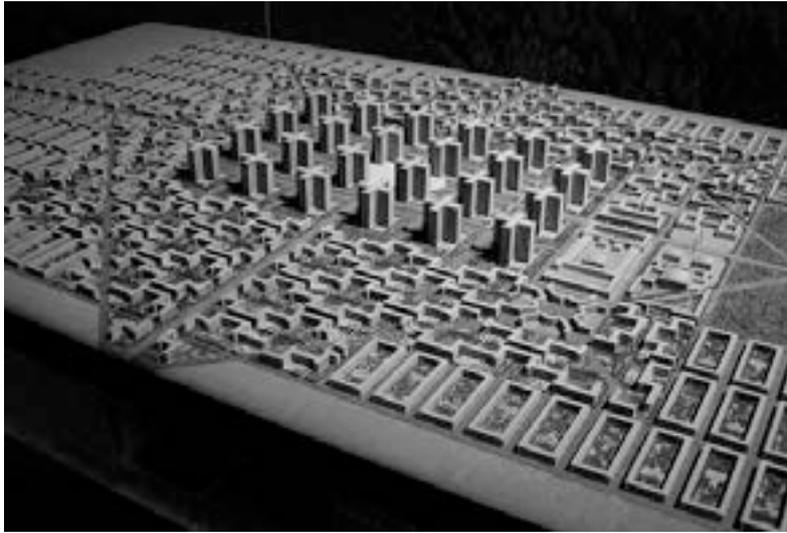


FUENTE: <http://www.nieuws.top010.nl/kiefhoek>

visible en los trabajos de Ernst May y su equipo en Frankfurt, Bruno Taut en Berlín o de J.J.P. Oud en Rotterdam (ver ilustraciones 4 y 5).

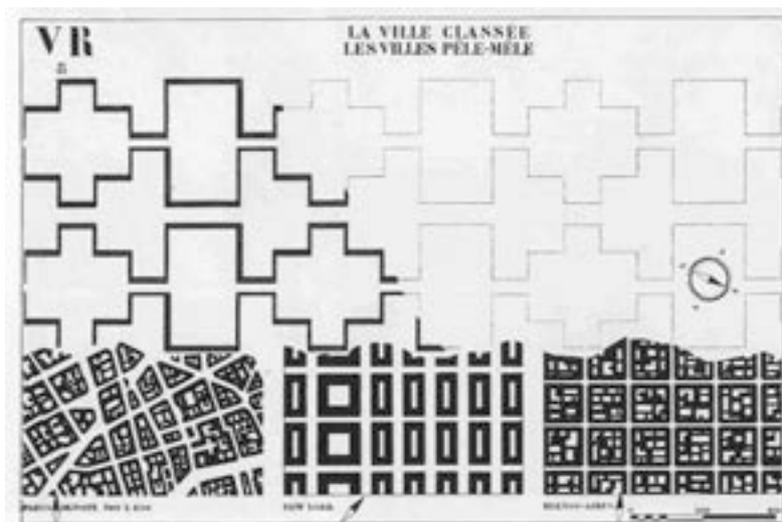
Si bien esas experiencias contaron con el apoyo de las administraciones locales (algunas veces con importante soporte económico (11), tenían que adap-

ILUSTRACIÓN 6
MAQUETA DE LA CIUDAD DE 3 MILLONES DE HABITANTES. LE CORBUSIER



FUENTE: <http://www.archdaily.com/411878/ad-classics-ville-radieuse-le-corbusier/>

ILUSTRACIÓN 7
UNA DE LAS LÁMINAS DE "VILLE RADIEUSE" EN LA QUE SE COMPARAN DIFERENTES CIUDADES CON LA MISMA ESCALA



FUENTE: Boesiger, Willy. Le Corbusier 1910-65. Pág. 316. 7ª Edición. Editorial Gustavo Gili, Barcelona (2000)

farse a una realidad nada propicia a delirios utópicos, y contaron con presupuestos ajustados para resolver la carencia de viviendas sociales. Esto significó la construcción de colonias de viviendas basadas en la repetición de unas unidades habitacionales reunidas en edificios lineales de hasta unas cinco plantas como máximo, en general situadas fuera de los núcleos consolidados, donde el suelo era más barato. No se asumió la complejidad de dar respuesta a otras funciones propias de la ciudad, como el trabajo. De esta forma, las nuevas colonias eran dependientes de la centralidad existente, o sea, de la ciudad histórica.

Con la llegada de los años 30 asume el protagonismo la figura de Le Corbusier, que defiende un dife-

rente posicionamiento del arquitecto frente a la sociedad, asumiendo una postura apolítica y sin cuestionar el sistema socio-económico establecido (12). Durante los años entre guerras, Le Corbusier evoluciona desde la investigación hasta un modelo de ciudad completo y coherente en su discurso y que responde a la demanda de una sociedad maquinista e industrial. Lo presenta por todo el mundo, como una solución exportable a cualquier país, en un intento de difundir sus ideas a través de dibujos ideales y propuestas sobre ciudades existentes. Su modelo de ciudad ideal consta de unos edificios de gran altura, lineales, con quiebras de 90 grados (los llamados *redents*, ver ilustraciones 6 y 7), dispuestos a gran distancia entre ellos. Estos se levantan del suelo sobre pilotes, al igual que las autopistas,

con el fin de dejar libre el terreno. Este se convierte en un gran parque, con total libertad de movimientos para los peatones, y donde se disponen las escuelas, teatros, campos deportivos, etc. Para completar el conjunto en los sectores donde se desarrolla el trabajo, grandes rascacielos de oficinas en una posición central, y con las industrias más periféricas, también se distribuyen por esa superficie verde que todo cubre.

Defendía una ciudad de altas densidades, superiores a los 1.100 residentes por hectárea, necesaria para actuar como lugar de reunión e intercambio. Al mismo tiempo plantea una ocupación reducida, de un 20%, con el fin de liberar suelo evitando repetir los males de la ciudad tradicional (ilustración 7, en página anterior). Ese modelo apenas se llega a realizar. De hecho el bloque de gran altura que Gropius y Le Corbusier defienden como mejor opción por su elevada densidad y menor consumo de suelo, así como por la posibilidad de compartir servicios comunes, fue muy poco frecuente durante las décadas de los 30, 40 y 50 por razones económicas y constructivas (13).

En la mayor parte de las realizaciones modernas finalmente llevadas a cabo, podemos encontrar unas densidades medio-altas (entre 50 y 100 viv/Ha), que sin alcanzar los ambiciosos valores propuestos por el arquitecto franco-suizo, no es un resultado despreciable. Pero no es posible llegar a esa complejidad urbana que favorece la interrelación entre los habitantes. Como indica López de Lucio, «este tipo de realizaciones ejemplifica perfectamente la progresiva deriva del racionalismo urbanístico hacia la ciudad residencial sin atributos urbanos, donde la aplicación mecánica de los principios de mono-funcionalidad, orientación óptima y equidistancia entre bloques conduce a resultados de interés cada vez menor» (14).

Otra consecuencia es que incluso después de la Segunda Guerra Mundial, cuando el modelo de ciudad moderna pasa a ser referencia en diferentes partes del globo, la construcción íntegra de ciudades según el modelo corbuseriano apenas se lleva a cabo. En general, el urbanismo moderno fue aplicado parcialmente, en periferias o en reconstrucciones posteriores a la guerra, pero en mayor o menor medida con la presencia de pre-existencias que respetar. En un modelo que proponía la superación de la ciudad tradicional por sustitución, la coexistencia de ambos tipos no garantiza un funcionamiento adecuado.

Los principales resultados de estas realizaciones estrictamente residenciales, se perciben no solamente en su entorno, sino también en la ciudad existente. Su proliferación genera una situación de doble polaridad «zona residencial - zona administrativa/comercial/representativa», provocada por la monofuncionalidad de los nuevos barrios, y el peso de la representatividad de los viejos centros. Esa relación de interdependencia determina un flujo de desplazamiento periódico. Y mientras los nuevos barrios dimensionan desde sus orígenes sus infraestructuras para soportar estos des-

plazamientos, la ciudad tradicional pre-existente se ve obligada a transformaciones costosas para absorber a la población «foránea». Esta cuestión lleva a percepciones deformadas de la realidad, siendo normal achacar a una falta de previsión los problemas de congestión del tráfico y contaminación atmosférica encontrados en los Ensanches decimonónicos, cuando estos tienen «su origen en los desplazamientos que se generan en periferias urbanas y metropolitanas hacia los centros, atravesándolos o circundándolos» (15).

La influencia del urbanismo moderno persiste en el planeamiento actual especialmente en lo que se refiere a la zonificación funcional. Esta simplificación, útil en lo que se refiere a la gestión del suelo, tiene como consecuencia las demandas en transporte ya comentadas. Además, la excesiva especialización de los sectores dificulta la existencia de la necesaria complejidad urbana y la «interacción de personas con oficios y conocimientos diversos» señalada líneas arriba.

La Ciudad-Jardín

Tradicionalmente en los manuales de historia de la Arquitectura se presenta la Ciudad Jardín antes de la Ciudad Moderna. Ciertamente su origen es anterior, de finales del XIX, y que incluso llega a influenciar a los arquitectos modernos, especialmente en lo que se refiere al deseo general de abandonar la ciudad industrial contaminada y congestionada para emprender camino hacia el encuentro con la naturaleza. Pero es también cierto que el concepto de Ciudad-Jardín ha demostrado tener más recorrido que el percibido en un primer momento. Después de la Segunda Guerra Mundial recuperará protagonismo, e incluso servirá como alternativa a la propia Ciudad Moderna.

El movimiento tiene sus orígenes en la tradición de las propuestas utópicas de la primera mitad de siglo XIX, en la construcción de comunidades perfectas y autosuficientes, capaces de unir los conceptos antagónicos de campo y ciudad. En 1898 Ebenezer Howard publica *Tomorrow, a Peaceful Path to a Real Reform* (16) describiendo el concepto de Ciudad Jardín. Howard no es técnico, con que se limita a tratar con detalle aspectos financieros de su propuesta, presentándolo como un proyecto realista alejado de concepciones ideológicas y utópicas. Acompaña el texto de algunos dibujos, que acertadamente indica como diagramas o esquemas, una vez que el diseño de la ciudad deberá ser desarrollado específicamente para una situación concreta (ilustración 8, en página siguiente).

La propuesta plantea unos núcleos urbanos autónomos, de densidad reducida, en el que proclama un equilibrio entre viviendas, la industria, la agricultura, los equipamientos y servicios urbanos, de forma a conseguir ofrecer lo mejor de la ciudad y lo mejor del campo. Este equilibrio es fundamental para garantizar la estabilidad del núcleo como unidad autosuficiente, evitando

dependencias típicas de los «suburbios-dormitorio» en los que el binomio «casa-trabajo» genera el trasiego diario de entrada y salida de las zonas residenciales. Para el funcionamiento del modelo era importante solucionar el que se apuntaba como uno de los mayores problemas de la ciudad: la especulación urbanística. La intervención debería desarrollarse de forma unitaria por un promotor convencido del sistema, a través de un proyecto con límites definidos y evitando la alteración del modelo por fluctuaciones del mercado.

Como indica Leonardo Benévolo «la ciudad-jardín estará dirigida por una sociedad anónima, propietaria del terreno, pero no de las viviendas, de los servicios ni de las actividades económicas; cada cual será libre de regular su vida y sus negocios como crea conveniente, sometiéndose únicamente al reglamento ciudadano y recibiendo los beneficios de una convivencia regulada. Howard supone siempre que la nueva ciudad debe ser autosuficiente y basarse en un equilibrio armónico entre industria y agricultura, por ello sugiere que la ciudad-jardín ocupe, con viviendas e industria, una sexta parte del terreno disponible, destinando el resto a la agricultura y disponiéndose en torno al núcleo urbano un cinturón de fábricas, dependientes también de la misma autoridad» (17) (ilustración 9).

La planificación establecía tanto la ocupación del asentamiento como la distribución de actividades. De ahí la importancia del control a través del reglamento ciudadano. En el caso de que una ciudad alcanzara su límite de crecimiento, se propondría establecer otra, cerca y en comunicación con la anterior. De esta forma se desarrollaría un sistema de ciudades-jardín lo suficientemente cercanas una de otras para permitir una fácil comunicación, sin deformar la estructura de cada unidad. El modelo propuesto plantea ciudades-jardín de unos 32.000 habitantes como máximo, con alguna ciudad de rango superior más poblada, unos 50.000, formando un sistema poli-céntrico.

Howard llevó a cabo sus teorías, fundando en 1902 la sociedad que da lugar a la primera Ciudad-Jardín, Letchworth, a unos 50 km al norte de Londres. Se proyecta con extremado detalle en la reglamentación que organiza de las actividades, distribución de servicios e incluso control acústico, de plantaciones o de tipos de vallas (18). Aunque prevista para 35.000 habitantes, el desarrollo de la ciudad fue lento, a punto de que pasados 30 años no se había llegado a la mitad de la población estimada. En lo que se refiere al cinturón agrícola, no llega a ocupar la tercera parte de la superficie establecida, con el evidente desequilibrio del sistema.

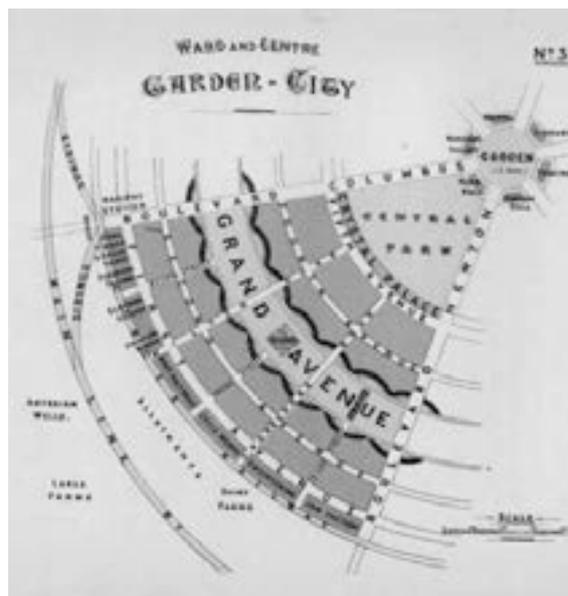
Después de la Primera Guerra Mundial se realiza un nuevo intento en Welwyn, a medio camino entre Londres y Letchworth. Se propuso un cinturón agrícola todavía más reducido, y una población máxima de 50.000 personas. Después del fracaso anterior, una de las cuestiones a corregir es el diseño urbano, en un intento de alejarse de la estética excesivamente pintoresca de Letchworth. Louis de Soissons es el arquitecto res-

ILUSTRACIÓN 8
DIAGRAMA DE CIUDAD JARDÍN SEGÚN HOWARD



FUENTE: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Garden_City_diagram.jpg

ILUSTRACIÓN 9
DETALLE DEL ESQUEMA DE CIUDAD JARDÍN



FUENTE: <http://arqfoodwithoutborders.blogspot.com.es/>

ponsable del proyecto, que tampoco alcanza una imagen más urbana. En Welwyn la operación consigue mejores resultados en menos tiempo, aunque no se llega a superar la cifra de 19.000 habitantes hasta 1946, cuando el núcleo se incorpora al programa de las *New Towns*. Pero el avance no se puede achacar a la aplicación de los principios previstos, sino por la cercanía con Londres (unos 35 km) y la existencia de importantes líneas de comunicación, lo que permitía a sus vecinos trabajar en Londres. De esta forma la aplicación de modelo se contradice, y el limitado éxito de la operación se basa en los aspectos que se pretendían evitar: la dependencia de la gran ciudad y la proliferación de los «suburbios-dormitorio».

New Towns

La experiencia de las Ciudades-Jardín en el Reino Unido no se agota en los intentos de Howard, sino que madura durante un largo periodo. Mientras en la Europa continental el debate urbanístico se centra en las propuestas del Movimiento Moderno, en las islas británicas estas aportaciones se estudian con menos entusiasmo, y sin perder de vista las contribuciones locales anteriores.

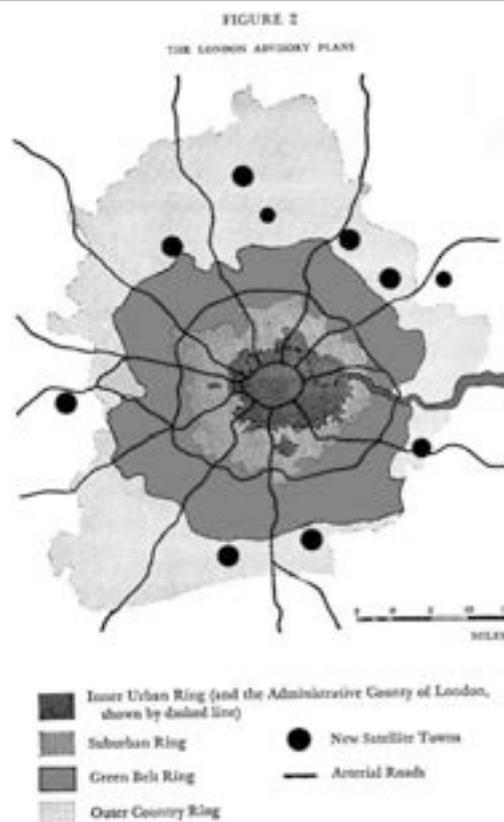
Debido a esto y a las necesidades surgidas con el fin de la Segunda Guerra Mundial, toma forma el *Greater London Plan*, aprobado en 1944. Resumiendo, el sistema planteado para su aplicación territorial en el entorno de la capital británica consistía en una sucesión de anillos concéntricos, formando 4 áreas. En el primero, el *inner urban ring*, se preveía una reducción de la excesiva densidad, con el éxodo de 400.000 habitantes. Hacia el exterior, el *suburban ring*, ya entonces en parte edificado, debería garantizar un incremento poblacional nulo y una racionalización de la ordenación. Alrededor, el *green belt ring*, a modo de pulmón verde con equipamientos de ocio en los terrenos ya protegidos por el *green belt act* de 1938. Y finalmente el *outer country belt*, como espacio exterior donde se preveía la construcción nuevas ciudades satélite, que serán conocidas como *New Towns* (ilustración 10).

Hay que esperar a 1946 para divisar los primeros avances en el proyecto, que seguiría conceptualmente el modelo de Ciudades-Jardín, desde una relación de dependencia con la metrópolis londinense (asumido en el momento en que llaman a los nuevos núcleos urbanos *satellite towns*), estableciendo para cada nuevo asentamiento poblaciones de entre 20.000 y 60.000 habitantes. A diferencia de las experiencias anteriores, se apoya sobre la administración pública para facilitar la financiación y el área de edificación.

Podemos distinguir tres fases o generaciones de desarrollo del proyecto. En la primera, llevada a cabo entre 1946 y 1951, se construyen en los alrededores de Londres 8 ciudades: Stevenage (1946), Harlow (1947), Crawley (1947), Hemel Hempstead (1947), Hatfield (1948), Welwyn Garden City (ampliación 1948), Basildon (1949) y Bracknell (1949). Como característica común, la estructura urbana de cada ciudad está compuesta de 3 zonas: un centro urbano, área industrial y área residencial. Esta a su vez se descompone en diferentes unidades vecinales (*neighborhood unit*), configurando una estructura de clústeres, que deberían estar dotadas de servicios primarios propios con el fin de proporcionar cierta autonomía, garantizando que los trayectos interiores no serían superiores a 600 metros, favoreciendo así el flujo peatonal.

La segunda generación viene marcada por un sensible freno en la financiación y una alteración conceptual del carácter urbano. En esta fase solamente se proponen dos proyectos de mayores dimensiones: Hook, en Hampshire, con una previsión de 100.000 habitantes

ILUSTRACIÓN 10 ESQUEMA DEL GREATER LONDON PLAN

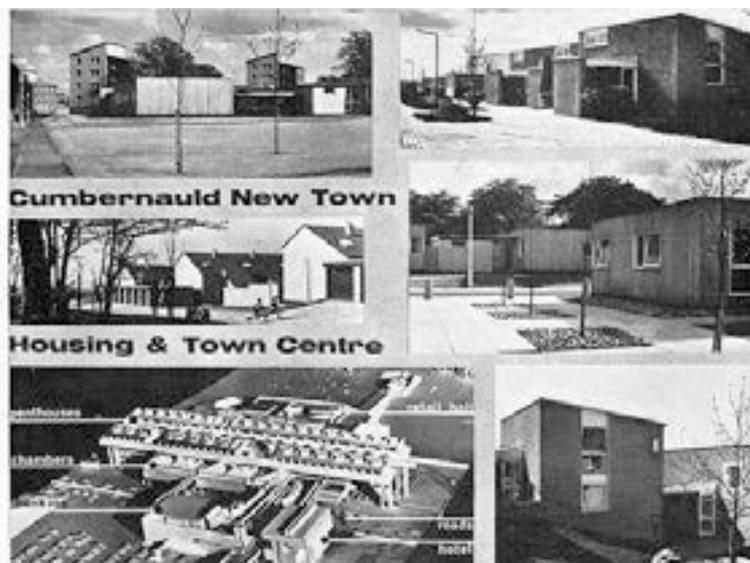


FUENTE: . <http://www.macclester.edu/courses/geog261/EsrigWebsite/Images/fig2.jpg>

que no sale del papel; y New Cumbernauld, en los alrededores de Glasgow, previsto para albergar a 70.000 habitantes, que se realiza entre los años 1955 y 1967. Se responde a la crítica formulada sobre las experiencias anteriores, incapaces construir un entorno urbano ya que en lugar de unir los conceptos de campo y ciudad, generaban una solución intermedia que afectaba al campo sin llegar a construir ciudad. La forma encontrada fue aumentar la densidad del área residencial, y hacer que esta se desarrollara alrededor (y a una distancia controlada para garantizar los traslados a pie) de un núcleo central con mayor capacidad de atracción para las actividades colectivas.

En New Cumbernauld estas premisas se siguen con el apoyo de características geográficas locales. El relieve sobre el que se emplaza el asentamiento condiciona una estructura longitudinal y limita posteriores desarrollos más allá de las previsiones iniciales. La zona residencial se desarrolla de forma compacta sin divisiones en unidades vecinales, lo que permite una mayor cohesión urbana. La propuesta de centralidad se basaba en la construcción del centro cívico, una mega-estructura articulada en la trama urbana. Esta nunca alcanzó realizar el papel esperado, quizás por una estética futurista propia de la época, no asimilada por los vecinos, quizás porque el modelo de centro cívico-comercial-de ocio cubierto tenga un fun-

ILUSTRACIÓN 11
ANUNCIO DE NEW CUMBERNAULD



FUENTE: <http://pavsargonauta.files.wordpress.com/2012/08/vistas.jpg>

cionamiento demasiado confuso. Lo cierto es que la falta de inversión y una situación económica local difícil tampoco ayudaron para evitar el fracaso de la instalación, y de la centralidad (ilustración 11).

Las últimas propuestas se desarrollaron a partir de mediados de los años 60, en la que las preocupaciones centrales ya no son las presentes en el inicio del proyecto. «Además del énfasis que se pone sobre los sistemas de transporte, las *new towns* de tercera generación –entre las que sobresalen Runcorn (1964-1965) y Milton Keynes (1968-1971)– se distinguen por nuevas orientaciones metodológicas. Piénsese en la idea de *plan-proceso*, de *participación* de los ciudadanos en las opciones estratégicas, de proyectación flexible y otras similares, que desde entonces han entrado a formar parte de la terminología corriente» (19).

A diferencia de New Cumbernauld, se vuelve a confiar en un modelo fragmentado y disperso, agrupado en diferentes unidades vecinales de baja densidad dotadas de servicios básicos. Se vinculan a un gran centro cívico a través de un sistema viario que discrimina el tráfico peatonal del motorizado. Todo ello generando nuevos núcleos para ocupaciones que deberían alcanzar, por ejemplo, los 250.000 habitantes en el caso de Milton Keynes. La intervención de la administración pública se reduce en gran medida, de forma que parte importante del desarrollo se debe a la iniciativa privada. En Milton Keynes esa peculiaridad se percibe en la ordenación de la centralidad, definida a modo de una cuadrícula homogénea, el *quadrillage*, con manzanas regulares de un kilómetro de lado, lo que facilita la gestión de las parcelas resultantes. El inconveniente surge de la excesiva libertad compositiva en la ocupación de las manzanas, incapaz de configurar un espacio urbano coherente. Aunque la trama en cuadrícula pue-

ILUSTRACIÓN 12
PROYECTO DE CENTRO URBANO DE MILTON
KEYNES, SEGÚN HELMUT JACOBY



FUENTE: http://www.mkgallery.org/news/article/2012_01_24/mk_45/

de recordar experiencias decimonónicas, con las avenidas principales arboladas a modo de bulevar, las distancias entre alineaciones y la heterogeneidad arquitectónica impiden construir un conjunto reconocible. Dicha diversidad no es exclusiva de las manzanas centrales, ya que se percibe también entre las unidades vecinales, lo que aumenta la sensación de composición por unión de elementos distintos (ilustración 12).

La experiencia de las *new towns* en el Reino Unido, aunque no del todo exitosa, tuvo mucha repercusión exterior. Las relaciones más directas las podemos encontrar en propuestas escandinavas y francesas, aun-

que la adaptación a características propias del lugar y la situación las separan del concepto original. En el caso de las *villes nouvelles*, la apuesta en ocupaciones y densidades más altas permitió la generación de un entorno claramente urbano. De las experiencias escandinavas merece mención las suecas, donde la situación política con el surgir de una socialdemocracia dispuesta a establecer un estado de bienestar combinado con una política socialmente progresista, se suma a la aportación de técnicos de señalada calidad dirigidos por el arquitecto Sven Markelius. El resultado fue una acertada integración entre política económica y urbanística, un equilibrio adecuado en la descentralización de los núcleos y una calidad arquitectónica superior.

En el caso del modelo de Ciudad-Jardín es difícil hacer una crítica unitaria, una vez que como hemos visto, el desarrollo de la idea a lo largo del tiempo y en diferentes entornos permite diferentes lecturas. Es evidente que el añorado equilibrio campo-ciudad perseguido por Howard apenas se alcanzó. Posiblemente lo más interesante de la experiencia haya sido constatar que la mejor solución para un modelo que pretendía renegar de la ciudad, era justamente compactar y ampliar su estructura hasta una imagen más urbana.

MOMENTO ACTUAL ↓

Las anteriores son las teorías que más han influenciado el urbanismo de los últimos 50 años, y de hecho vemos aspectos característicos de estas en partes de las ciudades actuales, con mayor o menor adaptación a la realidad local. Los debates vigentes han superado a los modelos entendidos como dogma, posibilitando el análisis de aspectos parciales, como la discusión entre ciudad geométrica *versus* ciudad orgánica, ciudad compacta *versus* ciudad dispersa, ciudad centralizada *versus* ciudad descentralizada...

Estos tienen la ventaja de permitir el análisis de características concretas, sin la necesidad de asumir todas las proposiciones del modelo y admitiendo su aplicación bajo diferentes escenarios, lo que nos lleva a la posibilidad de generar modelos mixtos. También facilita poner sobre la mesa de estudio experiencias anteriores difíciles de catalogar ya que no generaron un modelo, pero que lograron resultados positivos, como es el caso del Plan de Ámsterdam Sur de H.P.Berlage, o los proyectos de Peter Behrens en Viena, por citar solamente dos ejemplos.

Gracias a ello disponemos en la actualidad de gran cantidad de información teórica y práctica, lo que debería animar a los profesionales relacionados con la disciplina urbanística (20) a seguir desarrollando estrategias para mejorar el comportamiento de nuestras ciudades. Pero se percibe una generalizada falta de esperanza por parte de estos profesionales sobre la importancia de su papel y el de la disciplina. Si bien personajes como Cerdá, Le Corbusier o Howard creyeron en la posibilidad de cambiar la sociedad desde sus propuestas urbanas, la misma es-

peranza no se comparte en la actualidad, limitando el Urbanismo a un ejercicio excesivamente pragmático de gestión administrativa de desarrollos inmobiliarios y de infraestructuras. Probablemente esta situación de apatía se deba a la falta de aciertos rotundos en las experiencias anteriores más relevantes, llevando a la creencia de que no hay una solución válida.

En este sentido las preocupaciones actuales acerca del consumo energético, el cambio climático o el agotamiento de recursos naturales son responsables por un nuevo impulso, animando al desarrollo de nuevas estrategias. Desde las experiencias previas y sus resultados, y la determinación de nuevos condicionantes antes despreciados podemos encontrar en la actualidad diferentes tesis que, sin llegar a plantear modelos concretos son capaces de presentar nuevas propuestas para las ciudades del presente y del futuro. En los modelos antes descritos no se percibe preocupación en lo que se refiere la gestión eficiente de la energía o el control del consumo de recursos naturales, aunque en cualquier caso su propia configuración condiciona una forma diferente de actuar sobre estas cuestiones.

En el caso de las realizaciones decimonónicas debemos entender que se emplazan en una sociedad donde los avances técnicos e industriales inducen la transformación de la misma, pero al no haberse difundido por los diferentes estratos sociales no se genera una dependencia de dichos avances. El diseño de la ciudad se adapta a la aparición de las máquinas, pero permite el funcionamiento sin estas. Las distancias se pueden recorrer andando, y las alturas de los edificios se pueden salvar sin ascensores. La alta densidad permite la cercanía de las diferentes actividades y la industria convive con los talleres artesanos. El problema aparece con la necesidad de adaptar esa configuración con demandas de tráfico motorizado más intensos, para los que no está pensada.

La Ciudad Moderna establece un discurso distinto, ya que aboga por generalizar los avances conseguidos y basar en su utilización la nueva configuración. Aunque denuncia como peligrosa la invasión del automóvil o la contaminación, no plantea evitarlos, simplemente ordenarlos. Para garantizar una ciudad libre de humo y ruido, con acceso al sol, el aire libre y naturaleza es necesario apoyarse en la industria y en el automóvil. La cultura moderna era racional y maquinista, y la fe en la máquina como solución a todos los problemas al final se ha transformado en dependencia. Si en periodos anteriores los asentamientos se adaptaban a las condiciones existentes, a través de su configuración o por el diseño de sus edificios, la sociedad moderna entendía que dicha adaptación no era necesaria gracias al uso de la tecnología, con que las ciudades y los edificios podrían ser iguales con independencia de condicionantes locales.

A su vez la Ciudad-Jardín plantea un modelo donde la relación con la energía es más ambigua. Aunque el resultado de las experiencias nos lleva a la depen-

ILUSTRACIÓN 13
VISTA DE SEASIDE, FLORIDA



FUENTE: <http://0.wp.com/www.nestofposies-blog.com/wp-content/uploads/2013/06/seaside.jpg>

dencia del centro histórico incrementando su congestión y un modelo disperso con baja densidad y gran consumo de suelo, inicialmente defendía la autosuficiencia de los nuevos núcleos urbanos, con una configuración más equilibrada.

Partiendo del concepto de Ciudad-Jardín, entre los años 1980 y 1990 se desarrolló el *New Urbanism*, que pretendía actuar sobre algunos aspectos no superados, como la reducción del tráfico motorizado, la dispersión urbana o la imagen urbana del asentamiento, así como la recuperación de los valores propios de la ciudad histórica europea, que serviría como ejemplo de un entorno compacto, diverso y con la complejidad urbana buscada, a la que aportar los servicios propios de nuestro tiempo. La propuesta incidía en un esmerado cuidado del entorno construido, y la valoración de una arquitectura adaptada al entorno, la preservación del patrimonio histórico, la conservación de la energía y la accesibilidad (ilustración 13).

Las críticas a esta teoría van desde la excesiva regulación del conjunto, que se aproxima a una obra de arquitectura urbana, a los planteamientos excesivamente estilísticos. La realización de algunos proyectos, como Seaside y Celebration (ambas en Florida) dejaron patente su desarrollo como nuevos suburbios, con la consideración añadida de que el exceso de control, ya no solamente estilístico como también social, ha generado unos resultados elitistas que reniegan de la diversidad proclamada originalmente.

En el caso del *Landscape Urbanism*, se propone que la organización del entorno urbano no esté basado desde el protagonismo de los edificios, sino en el paisaje urbano, entendiendo este de forma global e integradora, tanto natural como artificial, respetando los procesos de crecimiento naturales. Y una vez más nos llevan a estrategias menos compactas, menos densas y más dispersas.

En gran medida lo que se evidencia es la imposibilidad de desarrollar modelos exportables de aplicación generalizada. La necesidad de adaptar cualquier propuesta a una realidad concreta y propia de una localización (tanto desde el punto de vista orográfico, climático como también cultural, social y económico) nos revela la inviabilidad de proponer «recetas», siendo más útil plantear principios o criterios de aplicación adaptables según la realidad en cuestión.

Aquí encontramos aportaciones acerca de un urbanismo bioclimático, o de urbanismo ecológico. Tratan de alcanzar un equilibrio entre la necesidad social de construir y mantener nuestras ciudades, y la demanda cada vez más aceptada de que dicha realidad no debe acentuar la destrucción del entorno natural, el consumo descontrolado de recursos naturales o el cambio climático. Y para ello propone entender la ciudad como un ecosistema.

«Un ecosistema es un entramado de relaciones entre seres vivos y elementos inertes que forma un conjunto cuya complejidad es superior a la mera suma de sus partes» (21). La aplicación de esa terminología aplicada sobre la ciudad deja al descubierto justamente la cuestión de la gestión del consumo energético y del flujo de materia. «Un ecosistema cualquiera del planeta se puede describir por los flujos de materia y energía que discurren por él. La materia circula por los seres vivos y el medio formando un círculo cerrado (renovándose continuamente de forma cíclica). En cambio, la energía, en aplicación del segundo principio de la termodinámica, lo hace en forma de flujo que se degrada. Los seres vivos necesitan degradar energía y materiales para mantenerse vivos, y la única manera de regenerar esta energía entrópica en los sistemas abiertos terrestres es la utilización de la energía del sol, que, fijada a través de la fotosíntesis, es utilizada después por otros seres vivos en la cadena alimenticia» (22).

de sus partes, y se olvida o no se considera alguna de las mismas.

La simplificación de la ciudad ha sido una constante a lo largo de la historia. Se ha dado en los modelos presentados aquí, se da en la actualidad, en la práctica profesional del urbanismo o en la definición incompleta de «Ciudad Inteligente». Creemos que es fundamental un cambio de perspectiva, con el fin de evitar caer en errores pasados.

El reconocimiento de la ciudad como un ecosistema artificial es una aproximación interesante. Y la incorporación de parámetros culturales es algo que se viene desarrollando, por ejemplo en las aportaciones de Salvador Rueda, proponiendo por ejemplo una relación directa entre la eficiencia del sistema urbano, el consumo de energía y la complejidad urbana entendida desde las actividades realizadas en la ciudad. Sus ideas son en la actualidad una guía valiosa para seguir ahondando en la búsqueda de una iteración equilibrada entre los diferentes componentes de la realidad urbana (ilustración 14, en página anterior).

Por suerte, no solamente contamos con un bagaje cultural urbano extenso, como también con los medios técnicos y tecnológicos capaces de lidiar con la ingente cantidad de información que se necesita procesar para comprender el funcionamiento del sistema. Además disponemos de la oportunidad única de establecer las directrices para esta construcción sin la presión de sectores especuladores. Solo nos falta más voluntad política y una mayor demanda social. Esperamos conseguirlas.

NOTAS †

- [1] *Smart Cities*. <http://paisdigital.org/smart-cities/>
- [2] Terradas, Jaume: *Ecología Urbana*, Rubes Editorial, Barcelona, 2001
- [3] Benevolo, Leonardo: *Historia de la Arquitectura Moderna*, Gustavo Gili, Barcelona (2007)
- [4] López de Lucio, Ramón: *Vivienda Colectiva. Espacio Público y Ciudad. Evolución y crisis en el diseño de tejidos residenciales 1860-2010*. Nobuko. Buenos Aires (2013)
- [5] Benevolo, Leonardo: *Historia de la Arquitectura Moderna*, Gustavo Gili, Barcelona (2007)
- [6] López de Lucio, Ramón: *Vivienda Colectiva. Espacio Público y Ciudad. Evolución y crisis en el diseño de tejidos residenciales 1860-2010*. Nobuko. Buenos Aires, 2013.
- [7] De acuerdo con algunos autores, también nosotros dudamos del éxito del Ensanche de Barcelona si la ocupación de las manzanas se hubiese limitado a 2 de sus lados, como se definía en el proyecto inicial, dada la falta de determinación del límite del espacio público resultante, y de la gestión no definida de los espacios no edificados. Sobre la opinión del propio Cerdá sobre las manzanas cerradas o abiertas, ver Sabaté, Joaquín, «Los primeros constructores o la fortuna del Eixample», publicado en la revista *Barcelona: Metropolis*, nº 76 Otoño de 2009.
- [8] La destrucción solamente afecta de forma importante a Francia, donde se pierden alrededor de 350.000 de viviendas, según Benevolo Leonardo: *Historia de la Arquitectura Moderna*, Gustavo Gili, Barcelona (2007).

- [9] Extracto de la traducción de la Carta de Atenas, publicado en: Benevolo Leonardo: *Historia de la Arquitectura Moderna*, Gustavo Gili, Barcelona (2007)
- [10] Giedion, Sigfrid: *Espacio, Tiempo y Arquitectura*. Editorial Reverté Barcelona, Edición definitiva (2009)
- [11] Para más información, ver Van Der Woude, Auke: *La vivienda Popular en el Movimiento Moderno*. Publicado en Cuaderno de notas nº 7, Departamento de Composición Arquitectónica de la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid. 1999.
- [12] Ciucci, Giorgio. Citado en: Mumford, Eric. *The CIAM Discourse on Urbanism, 1928-1960*. The MIT Press. 2000. pág.19
- [13] López de Lucio, Ramón: *Vivienda Colectiva. Espacio Público y Ciudad. Evolución y crisis en el diseño de tejidos residenciales 1860-2010*. Nobuko. Buenos Aires, 2013.
- [14] Idem.
- [15] Idem.
- [16] Se reedita en 1902 con el título *Garden Cities of Tomorrow*
- [17] Benevolo, Leonardo: *Historia de la Arquitectura Moderna*, Gustavo Gili, Barcelona, 2007.
- [18] Idem.
- [19] Gravagnuolo, B.: *Historia del Urbanismo en Europa 1975-1960*. Ediciones Akal. Tres Cantos – Madrid (1998)
- [20] Aunque desde un punto de vista personal y profesional estoy convencido de que el arquitecto es, por lo menos en España, el profesional más indicado para coordinar esa labor. No hay dudas de que el carácter multidisciplinar del Urbanismo requiere la aportación de diferentes puntos de vista, ya no solo de los arquitectos e ingenieros de caminos que tradicionalmente han desarrollado esta actividad, sino también de otros campos, como los biólogos, ingenieros de telecomunicaciones, sociólogos, por ejemplo.
- [21] Higuera, Ester: *Urbanismo Bioclimático*, Gustavo Gili, Barcelona, 2006.
- [22] Higuera, Ester: *Urbanismo Bioclimático*, Gustavo Gili, Barcelona, 2006.
- [23] Para no entrar en debates acerca de la limitación de recursos como el petróleo, digamos que entendemos que son finitos no porque ya no existan en el planeta, sino por la elevada dificultad técnica y coste económico de emprender nuevas explotaciones, una vez que las fuentes de fácil acceso empiezan a escasear.
- [24] Higuera, Ester: *Urbanismo Bioclimático*, Gustavo Gili, Barcelona, 2006.
- [25] No confundir con un modelo de ciudad, como estructura cuyo aspecto físico sea repetible. Aquí se trata de un modelo de estructura conceptual que puede dar lugar a realidades físicas diversas.

BIBLIOGRAFÍA †

- AA.VV. (2006): *The Landscape Urbanism Reader*. Princeton Architectural Press. Nueva York
- BENEVOLO, L. (2007): *Historia de la Arquitectura Moderna*. Gustavo Gili, Barcelona.
- BOESIGER, W. (2000): *Le Corbusier 1910-65*. 7ª Edición. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- GIEDION, S. (2009): *Espacio, Tiempo y Arquitectura*. Editorial Reverté, Barcelona, Edición definitiva.
- GRAVAGNUOLO, B. (1998): *Historia del Urbanismo en Europa 1975-1960*. Ediciones Akal. Tres Cantos – Madrid.
- HIGUERAS, E. (2006): *Urbanismo Bioclimático*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- LÓPEZ DE LUCIO, R. (2013): *Vivienda Colectiva. Espacio Público y Ciudad. Evolución y crisis en el diseño de tejidos residenciales 1860-2010*. Nobuko. Buenos Aires.
- MUMFORD, E. (2000): *The CIAM Discourse on Urbanism, 1928-1960*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.

TERRADAS, J. (2001): *Ecología Urbana*, Barcelona, Rubes Editorial.
CUADERNO DE NOTAS (1999): nº7, diciembre. Departamento de Composición Arquitectónica. E.T.S.A.M.

VAN DER WOUDE, A. (2009): *La vivienda Popular en el Movimiento Moderno.*, Barcelona Metropolis, nº 76, Otoño.

SABATÉ, J. (2009), *Los primeros constructores o la fortuna del Eixample*, Bcelona: Metrópolis, nº 76, otoño.

CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE (2006): *Boletín CF+S 32/33*, marzo. RUEDA, S. *Modelos de ordenación del territorio más sostenibles.*

CIUDADES INTELIGENTES Y DESARROLLO DE NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO

JUAN MURILLO

BBVA Data & Analytics

El término «ciudad inteligente» es tan holístico que cabe una justificación antes de entrar en el detalle de un caso de estudio específico. Acudiendo a la serie de preguntas más inmediatas que suele provocar el término, tanto en el público general como en los técnicos especializados en la planificación y gestión urbana tradicional, estas serían:

¿Qué es una ciudad inteligente? «Ciudad Inteligente» o «*smart city*» es básicamente un neologismo creado para tratar de describir aquellos ámbitos urbanos en los que se están aplicando con diverso grado de éxito herramientas tecnológicas para tratar de dar solución a antiguos problemas que afectan a la sostenibilidad medioambiental y económica de las ciudades, y por tanto a la calidad de vida de los ciudadanos.

¿Cómo y cuándo surge el término?, ¿responde a una moda pasajera? Este concepto surge en un contexto sobre el que influyen los siguientes factores:

- Vectores de fuerza centrífuga: protagonismo creciente de los gobiernos locales, a los que los ciudadanos perciben como los más próximos a sus problemas cotidianos.
- Vectores de fuerza centrípeta: se consolida por otro lado la idea de territorio como sumatorio de nodos de actividad, superando los límites originales del municipio, y dando lugar al concepto de ciudad-región como motor de crecimiento. Las dinámicas resultantes son complejas, y requieren nuevas aproximaciones para su comprensión.

- Concienciación colectiva sobre la necesidad de alcanzar la mayor eficiencia en los diversos sistemas urbanos, tanto por motivos medioambientales como de optimización de recursos económicos.
- Aparición de las herramientas tecnológicas que permiten conocer mejor cómo funcionan dichos sistemas y cómo interaccionan los ciudadanos con ellos: internet de las cosas, huella digital de los ciudadanos, capacidad de análisis de grandes cantidades de datos.

Nadie negará que el binomio «ciudad inteligente» es a priori un éxito como idea-fuerza inicial, al haber sido generado como contraposición a «ciudad no inteligente», pero también por esto mismo puede llegar a ser hiriente, provocador, ¿quién quiere vivir en una ciudad no inteligente? En consecuencia ha producido no pocas respuestas airadas por parte de quienes desconfían de un término acuñado en el seno de los departamentos de comunicación y marketing de las grandes compañías proveedoras de equipamientos tecnológicos, y que se ha vuelto omnipresente con la proliferación de actos, publicaciones y proyectos piloto a lo largo y ancho de la geografía. Hay quien efectivamente señala una componente de moda pasajera. Sin em-

bargo, si esto llega a ser así, el efecto conseguido, al haber hecho ascender los problemas medioambientales y de eficiencia intrínsecos al metabolismo urbano en la lista de prioridades de los decisores políticos, y de la sociedad en general, habrá sido positivo.

Evidentemente mucho antes de haberse extendido el concepto de ciudad inteligente se aplicaba ya en mayor o menor grado la tecnología a la gestión de los diferentes sistemas que mantienen en funcionamiento las ciudades, y también sin duda muchas de las soluciones y mejoras introducidas durante esta fase de auge mediático sobrevivirán al previsible declive de protagonismo que puede acaecer. De hecho, en esta pugna entre pirotecnia tecnológica versus discreción eficaz las urbes que mejor responden a las métricas de evaluación de su «grado de inteligencia» no son tanto los proyectos piloto ex-novo de alta componente tecnológica muy visible –como Masdar o el distrito Nansha de Guangzhou– sino ciudades que –como Copenhage, Viena, o Ámsterdam– han impulsado la mejora de la sostenibilidad y de la calidad de vida de sus habitantes venciendo ciertos desequilibrios con el apoyo de la tecnología en un plano mucho menos visible.

En cualquier caso el debate no debería ser tecnocéntrico: la tecnología es únicamente una herramienta, muy cambiante además. Lo que nos debe ocupar son los problemas que subyacen y que aspiramos a paliar: el qué más que el cómo. Trataremos de desarrollar esto en los siguientes puntos.

ÁMBITOS DE DESARROLLO ↴

Una vez aclarado el origen del concepto, pasamos a profundizar en qué hay detrás del mismo, siguiendo con el método dialéctico la siguiente cuestión sería:

¿Qué objetivos tratan de abarcar las iniciativas sobre ciudades inteligentes? ↴

De nuevo cabe destacar el carácter transversal de la tecnología como herramienta articuladora de soluciones que permitan mejorar los diferentes ciclos que tienen lugar en las ciudades. Los objetivos generales de las soluciones englobadas bajo el paraguas de ciudades inteligentes se guían por el siguiente flujo de trabajo:

1. Llevar a cabo un diagnóstico certero del funcionamiento de los ciclos urbanos, leer mejor las dinámicas que tienen lugar en el territorio y su evolución temporal, algo progresivamente más factible gracias a la tecnología.
2. Identificar los puntos de mejora que puedan darse en cada uno de los subsistemas, en un contexto de tensión de recursos en el que debe acotarse y orientar de manera óptima el empleo de los mismos.
3. Accionar de forma ágil las respuestas ante incidencias mediante sistemas de telecontrol y automatización de acciones.

4. Favorecer la participación ciudadana y la labor de gobierno, pulsando el grado de satisfacción de la ciudadanía con el nivel de servicio recibido, al tiempo que se facilitan la transmisión, canalización y análisis de propuestas de mejora.

5. Impulsar las mejoras económicas derivadas de una economía cooperativa y un uso mancomunado de los servicios.

¿Qué tipos de proyectos tratan de responder a los problemas planteados? ↴

Como en toda industria incipiente faltan estándares, y nos encontramos en plena explosión de diversidad en el tipo y número de soluciones y de proyectos piloto que eclosionan cada año para entrar a competir, a madurar y a pervivir –o no– como servicios y productos de éxito. En unos años la criba del tiempo y del mercado habrá actuado sobre las diferentes iniciativas, reduciendo su número y aumentando su tamaño relativo (en términos tanto de población a la que dan servicio cada uno de ellos, como en términos presupuestarios). Por lo tanto, nos encontramos con una gran variedad de taxonomías heterogéneas que tratan de ordenar las diversas iniciativas.

Ante esto, y para entender mejor las dinámicas urbanas, considero clarificador establecer la analogía entre la ciudad y un gran organismo –como ya hicieron Geddes, Mumford, Abercrombie o, más recientemente, Salvador Rueda– acometiendo su estudio como el de un sistema complejo compuesto de multitud de subsistemas gobernados por diversos ciclos materiales e inmateriales, y que forman en conjunto el metabolismo urbano, soporte de la actividad de los protagonistas finales: los ciudadanos.

En términos generales, los objetivos perseguidos para cada uno de los diversos sistemas urbanos por las soluciones y propuestas en cada ámbito serían:

A. Ciclo hídrico: garantizar la disponibilidad y calidad del suministro de agua potable, optimizar su uso reduciendo pérdidas y promoviendo la reutilización, y finalmente devolver al medio aguas residuales y pluviales tras haber reducido sensiblemente su carga contaminante.

B. Ciclo energético: favorecer la transición hacia un modelo menos dependiente de los combustibles fósiles, favoreciendo la integración de energías renovables próximas a los centros de consumo mediante la conformación de redes de distribución inteligentes y bidireccionales (*smart grids*), y mediante mejoras en la eficiencia energética de la edificación. Con todo ello se lograría disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, se reducirían las pérdidas en el transporte y transformación de la energía, se laminarían las curvas de demanda, y se reduciría la dependencia energética del exterior.

C. Movilidad, accesibilidad y gestión del espacio público: luchar contra la congestión y la contaminación,

promoviendo la transición hacia un reparto modal de movilidad de bajo impacto medioambiental, favoreciendo las alternativas de transporte colectivo, los vehículos eléctricos e incluso la movilidad no motorizada. Lograr la adaptación de las ciudades a los modos de desplazamiento peatonal y ciclista, haciéndolas también más adecuadas en su configuración física a los grupos poblacionales vulnerables: menores, ancianos y discapacitados.

D. Suministro de materiales y evacuación de residuos: la logística es, de hecho, un sector muy tecnificado ya (aunque de manera anónima, o poco divulgada), faltan en todo caso elementos de coordinación entre operadores para reducir el número de rutas de distribución capilar, algo que puede ser facilitado en gran medida por el establecimiento de centros logísticos de multioperador. Por otro lado la implantación de mejoras en los métodos de evacuación, tratamiento y revalorización de residuos sólidos urbanos es objeto de estudio en múltiples iniciativas.

E. Dinámicas sociales y económicas: se trata sin duda del conjunto de interacciones más difícil de evaluar, en contraste con los flujos físicos enumerados anteriormente. Por esto mismo, los modelos son complejos y están quizá menos maduros. Las mejoras planteadas tendrían por objetivo los ámbitos educativo, cultural, sanitario, económico, y de mejora de la seguridad. Es decir: mejorar el bienestar impulsando la dinamización económica, aumentando el empleo y favoreciendo la innovación, promover la participación y la influencia de los ciudadanos en la configuración de las ciudades y de los servicios que prestan tanto los gobiernos como las corporaciones, facilitando el acceso a la información y la transparencia, o incluso mejorar la experiencia del visitante de una ciudad gracias al mejor conocimiento de las dinámicas turísticas.

Es evidente que los diversos negocios que están surgiendo en torno a estos objetivos serán tanto más exitosos cuanto mejor los cubran, incurriendo en costes razonables y proporcionales al beneficio que producen sobre el usuario final. Esta segunda premisa es la más difícil de lograr fuera del ámbito de las subvenciones europeas.

Oportunidades asociadas ↓

Como medida del impulso que la Comisión Europea está llevando a cabo en el marco del **Programa Horizon 2020** (1), debemos citar los capítulos con relación a alguno de los campos citados, y el presupuesto que está destinando para investigación y desarrollo en estos ámbitos:

- ✓ Water Innovation (67M€ en 2014 y 96M€ en 2015)
- ✓ Waste Management (93M€ en 2014 y 58M€ en 2015)
- ✓ Smart Cities (92,32M€ en 2014 y 108,18M€ en 2015)

✓ Low Carbon Energy (359,4M€ en 2014 y 372,35M€ en 2015)

✓ Information and Communications Technologies (561M€ en 2015)

La Comisión muestra cada vez una mayor preocupación por que los productos y servicios que financian sean económicamente sostenibles más allá del periodo en el que desde Bruselas se aporta el respaldo inicial. Lamentablemente este ha sido un objetivo tan solo parcialmente logrado en el pasado.

Por cerrar este amplio repaso de las iniciativas actuales, hagamos una breve reseña de las oportunidades vinculadas a cada ámbito de los descritos en el punto relativo a los proyectos que tratan de responder a los problemas planteados en el artículo.

A. Ciclo hídrico: la importancia de este sector será creciente, impulsada por los cambios que el calentamiento global va a producir. Los actuales bajos precios del agua (y las, paradójicamente, bajas penalizaciones en caso de contaminación de masas hídricas) hacen difícil la implantación de modelos de negocio basados en mejorar el uso de este recurso, pero este escenario tenderá a cambiar a medida que la irregularidad de las precipitaciones y los elevados costes de almacenamiento y transporte de agua aconsejen actuar sobre la demanda hídrica, y no solo sobre la oferta como ha ocurrido en el pasado. En definitiva, el actual tamaño de este mercado -relativamente pequeño en relación al energético, por ejemplo- tenderá a aumentar.

B. Ciclo energético: la motivación para implementar mejoras es doble, por un lado han de reducirse las emisiones de gases de efecto invernadero, por otro diversos paneles expertos apuntan que -a pesar de la puntual caída actual de precios debida al descenso en la demanda- se ha alcanzado el **pico de producción de petróleo dulce** (2), y que en las próximas décadas pueden darse los picos de producción del petróleo no convencional y de otras fuentes no renovables (gas, uranio, etc.), lo que llevará a todo nuestro actual sistema económico hacia un cambio de paradigma forzoso. La búsqueda máxima eficiencia dejará de ser una opción. De nuevo actuar sobre la demanda y no solo sobre la oferta se convierte en una prioridad acuciante, y la tecnología es el mejor aliado en este sentido.

C. Movilidad, accesibilidad y gestión del espacio público: este punto está absolutamente vinculado con el anterior. La adaptación de las ciudades al cambio climático, y la reconversión de los sistemas de transporte a los nuevos escenarios de mix de energía primaria suponen enormes retos, y por tanto un enorme nicho para los profesionales especializados en la materia.

D. Suministro de materiales y evacuación de residuos: de nuevo el escenario energético influirá sobre el sistema de producción y distribución: las cadenas

logísticas tenderán a acortarse, recuperándose la producción local, y habrá menos lugar para las ineficiencias. Proyectos que las identifiquen y las palien tendrán garantizado su ROI.

E. Dinámicas sociales y económicas: las soluciones aplicables a los subsistemas físicos A, B, C y D basan su modelo de negocio en participar de los beneficios que produzcan en base a los ahorros obtenidos. En un futuro marco de tensión de recursos –**económicos** (3) y materiales– estas soluciones suponen oportunidades interesantes y muy necesarias, pero en todo caso se basan en ordenar y sacar partida del decrecimiento en el uso de recursos, tienen por lo tanto un suelo. Por el contrario los proyectos alineados con la mejora de las dinámicas socio-económicas tratan de agrandar mercados actuales, pueden tener naturaleza expansiva pues su base de actuación no es material sino inmaterial: la información, la digitalización, el conocimiento y la colaboración entre agentes, por tanto su mercado potencial tiene un techo mucho más elevado.

EL CASO DE BBVA DATA & ANALYTICS ▾

Antecedentes ▾

Hace ya más de cuatro años que internamente surgió la cuestión de cómo los sistemas tecnológicos del banco podrían contribuir con una nueva capa de información a mejorar la lectura de lo que acontece en nuestro territorio. La línea de trabajo iniciada por entonces en el marco del Centro de Innovación de BBVA se clasifica dentro del último de los puntos descritos anteriormente: sobre la base de los datos propios de la actividad de una entidad financiera se estructuró una línea de investigación que aspiraba a describir las dinámicas socioeconómicas en base a datos de actividad real.

En este proceso nos encontramos además con la gran fortuna de tener ya desplegada una densa red que monitoriza las interacciones de ciudadanos y empresas en el plano socioeconómico: el sistema de medios de pago electrónicos, que recaba en España un flujo de 600 millones de transacciones al año y en México 1.600 millones de registros anuales. Al contrario de lo que ocurre en otros proyectos, cuyo modelo de negocio está lastrado de entrada porque parten de unos elevados costes iniciales en despliegue de sensores, en nuestro caso la red estaba ya implantada, tan sólo había que detenerse a interpretar mediante las herramientas apropiadas la ingente cantidad de datos que generan la actividad de tarjetas, TPVs (terminales punto de venta), y cajeros. Esta fue la primera fuente de datos que comenzamos a explotar de la mano de diversos socios tanto en el ámbito académico –con el MIT Senseable City Lab como colaborador desde 2011– como en el ámbito administrativo –gobiernos locales con los que llevamos a cabo diversas pruebas piloto– o en el ámbito corporativo, con compañías con las que

hibridamos nuestras respectivas fuentes de datos para realizar análisis conjuntos.

Iniciamos la labor de convertir estos datos en información útil, en conocimiento, con la voluntad, además, de desarrollar herramientas y soluciones que pueden ayudar a dinamizar la economía, aspecto con el que más se vincula la información generada. En este sentido durante una prolongada fase exploratoria estudiamos los flujos económicos entre zonas, las relaciones espaciales entre el origen de compra (punto de residencia de los consumidores) y el destino del gasto, desarrollando métricas del poder de atracción de un área, del grado de autosuficiencia de un municipio en términos de consumo minorista, o del modo en que los diferentes comercios se interrelacionan entre sí, compartiendo clientes dentro de una categoría comercial, o entre diferentes sectores de actividad. Todo ello de forma dinámica, pues tanto la granularidad espacial como la ordenación cronológica precisa son quizá las mayores virtudes del dato con el que tratamos.

Hoy esta línea de trabajo ha madurado hasta el punto de haberse plasmado en la creación de una nueva consultora tecnológica, BBVA Data&Analytics, cuyo objetivo es precisamente extraer valor de los datos, y que aspira además a abrir este conocimiento a la sociedad, a partir de diversas líneas que han madurado desde la fase piloto hasta constituir servicios que arrojan nueva luz a la hora de apoyar la toma de decisiones fundamentada sobre hechos.

Líneas de trabajo ▾

Conseguir acceso interno a los datos que manejamos ha sido una tarea ardua, pero también nos ha llevado tiempo garantizar todos los mecanismos para que, en el flujo de aprovisionamiento y procesamiento, se salvaguarde con las máximas garantías la privacidad de nuestros clientes, creando nuevos repositorios seguros donde se custodian datos que, en todo caso, han pasado por procesos de disociación irreversibles. Además, hemos dedicado tiempo y recursos a depurar distorsiones inherentes a datos de esta naturaleza, mediante procesos de mejora en la calidad de la geoposición de los comercios, o sistemas de cuantificación de nuestra cuota de mercado, por ejemplo.

Los servicios ideados sobre este cimiento han tratado de cubrir, entre otros, los siguientes objetivos:

✓ Que un comerciante sepa de dónde están llegando sus clientes, cuánto gastan en función de su edad, género u origen, con qué tipo de comercio se complementa mejor, o cuál es el momento de máximo consumo en su área puede ayudarle a mejorar su rendimiento, a configurar mejor los servicios y productos que ofrece, a regular sus precios, o incluso a planificar con antelación sus necesidades en materia de recursos humanos. Este servicio ya es una realidad y ha sido recientemente puesto en producción en la dirección territorial Sur de BBVA en España.

ILUSTRACIÓN 1
MAPA DE CALOR DE LA ACTIVIDAD COMERCIAL EN BARCELONA



FUENTE: BBVA Data & Analytics.

✓ Que un emprendedor acierte en el tipo de negocio y en la ubicación elegida gracias a análisis de mercado basados en la actividad comercial real. El abrir los datos a empresas de geomarketing y emprendedores que hagan madurar esta idea está en nuestra hoja de ruta.

✓ Que no se deniegue un crédito si la información de contexto, más allá de las cuentas internas de la pequeña empresa en cuestión, apuntan a que la idea de negocio se inserta en un área con potencial de crecimiento, y destaca además, según ciertos parámetros, sobre otros negocios de perfil similar. Algo que ya se lleva a cabo a través de nuevos procedimientos de scoring de riesgos aplicados a créditos denegados por el sistema de *scoring* tradicional.

✓ Que un gestor público evalúe el impacto de una remodelación urbana, de una nueva línea de transporte, o de una medida legal o fiscal sobre la actividad comercial, como puede ser por ejemplo obtener métricas sobre los efectos de una liberalización de horarios de apertura, y ofrecer información fiable que pueda ayudarle a replicar dichas medidas, o a corregirlas si el impacto no fue el deseado. Ya hemos generado diversos informes de esta naturaleza, y estamos trabajando además en evaluar los efectos que un nuevo desarrollo urbanístico de suelo de uso terciario ha tenido sobre la actividad comercial de un municipio y sobre el tejido comercial preexistente. Son ejemplos reales en los que una nueva fuente de datos complementa los procesos de validación de decisiones adoptadas, en pos de objetivar la gestión urbana (Ilustración 1).

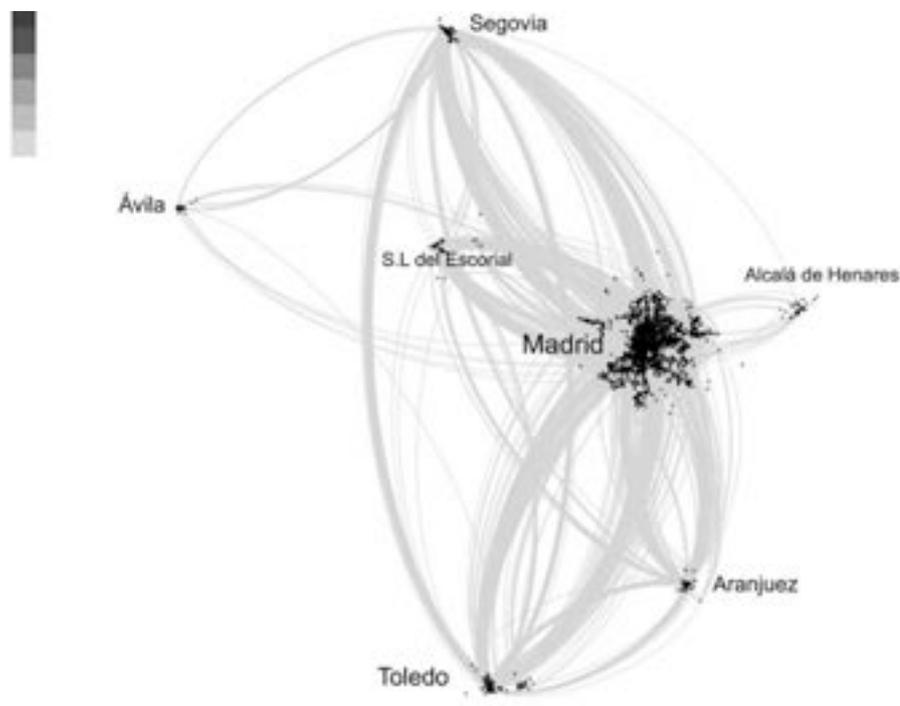
✓ Que un operador privado del sector turístico tenga información dinámica y suficientemente detallada

sobre la actividad y los patrones de consumo de cada una de las nacionalidades, sus áreas de interés o sus movimientos dentro de un destino, para que pueda adaptar su oferta a la demanda del mercado, o incluso para tratar de reconducir esta demanda hacia nuevas áreas y actividades, ayudando a afrontar los retos de recualificación que afronta este sector clave para nuestro país. En este sentido el mejor exponente es el **informe** (4) desarrollado para el Ayuntamiento de Madrid, y que ha servido de modelo para análisis posteriores. Esta iniciativa se alinea con las líneas maestras de los Destinos Turísticos Inteligentes, y en este sentido estamos colaborando también con Segittur, la sociedad estatal para la gestión de la innovación y las tecnologías turísticas (Ilustración 2, en la página siguiente).

Creemos que todo ello encierra valor y ha de ser compartido, porque los beneficios producidos retornarán de un modo u otro al banco. Además somos conscientes de la importancia de adaptarnos a diversos interlocutores considerando sus diferentes capacidades y necesidades, la relación de posibles análisis que pueden estructurarse sobre estos datos no está ni mucho menos cerrada, ni lo está el tipo de datos con los que trabajamos, pues seguimos explorando las posibilidades que existen al incorporar a nuestros estudios nuevas fuentes de datos económicos, o de otra índole, como los datos de telecomunicaciones.

Por otro lado, como complemento al esfuerzo acometido para crear los servicios de análisis de desarrollo propio, en otoño de 2013 abrimos por primera vez experimentalmente seis meses de profundidad de datos de actividad comercial en Madrid y Barcelona, una

ILUSTRACIÓN 2 VISUALIZACIÓN DE CÓMO MADRID Y LOS DIFERENTES DESTINOS TURÍSTICOS DE SU ENTORNO COMPARTEN TURISTAS EXTRANJEROS



FUENTE: BBVA Data & Analytics.

iniciativa sin precedentes en el ámbito bancario y que hemos repetido de nuevo a finales de 2014 con datos de actividad comercial en México. Con ello se hizo posible que el ecosistema de desarrolladores elaborase herramientas de análisis sobre ellos. El reto se planteó en tres categorías: visualizaciones, soluciones para empresas y gobiernos, y soluciones para el ciudadano. Intuíamos que la gran cantidad de talento existente entre las comunidades de desarrolladores de aplicaciones informáticas nos sorprendería, y sin duda así fue: la primera edición de **Innova Challenge** (5) recibió como respuesta 143 aplicaciones, superando nuestras expectativas en términos de diversidad y funcionalidad en las herramientas presentadas, y que sin duda será superado por las aplicaciones que se llegarán a crear cuando los datos se abran de manera permanente, algo para lo que también estamos trabajando. Somos conscientes de que esta apertura implica retos: el de la privacidad está resuelto en el momento en que abrimos datos anónimos y agregados, pero otro fundamental es el de la viabilidad económica de las aplicaciones estructuradas sobre el dato de actividad económica. En este sentido identificamos los siguientes mercados:

- Sector público: áreas de comercio, de planificación urbana o de turismo de los tres niveles administrativos: entidades locales, comunidades autónomas y gobierno central.
- Sector privado: sector de consultoría (geomarketing), promotores de centros comerciales, asociacio-

nes de comerciantes y cámaras de comercio, operadores turísticos, sector inmobiliario.

- Ciudadanos particulares: aplicaciones de recomendación basadas en el conocimiento de lo que sucede en determinadas partes de la ciudad en determinados momentos, para orientar decisiones de todo tipo, desde actividades de ocio hasta dónde implantar un nuevo negocio, o elegir vivienda o lugares en los que invertir en función de los servicios existentes y de la actividad en el entorno, y de su evolución previsible.

Confiamos sinceramente en que esta iniciativa se contagie a otras entidades privadas generadoras de datos de diversa naturaleza con suficiente densidad espacial y temporal, y que a su vez abran sus fuentes, lo que contribuirá a sentar las bases de nuevos modelos de negocio basados en la transformación de los datos en conocimiento útil, como ya está sucediendo con las aplicaciones basadas en datos públicos de toda índole.

En el futuro seguiremos ideando y explorando vías que desemboquen en nuevas capacidades de interpretación de las dinámicas urbanas, o incluso en modelos que den un paso más allá del diagnóstico del pasado y del presente, y sean capaces de predecir lo que puede acontecer ante determinadas condiciones. Lo haremos como hasta ahora, de una forma abierta y colaborativa, con el afán de lograr mejoras tangibles en nuestra sociedad.

CONCLUSIONES

El conjunto de proyectos que el término ciudades inteligentes evoca es tan amplio y diverso como las actividades que tienen lugar en los sistemas urbanos. Encontramos propuestas destinadas a mejorar los ciclos que mantienen activo su tejido, el soporte físico de las urbes. Otras sin embargo se centran en sentar las bases de un nuevo modelo económico evolucionado a partir del actual, en el que se detectan ciertas macro-tendencias de adaptación a un uso más eficiente de los recursos y del conocimiento:

Economía colaborativa. Basada sobre cambios socioculturales, como el paso del valor de propiedad al valor de uso, algo que se pone de manifiesto por ejemplo en el sector del transporte, y en todas las alternativas al vehículo en propiedad que proliferan, desde plataformas de comunicación entre usuarios de coche compartido, hasta sistemas de alquiler por horas o minutos de vehículos sin conductor. Un fenómeno paralelo experimenta el sector del alojamiento turístico, los retos que estas transformaciones plantean son ante todo regulatorios y fiscales, más que tecnológicos. La tecnología ha puesto a los ciudadanos en contacto entre sí, les ha dotado de voz a través de las redes sociales, y ha provocado la transformación de modelos de negocio seculares: literatura, producción audiovisual o información periodística son consumidos en mayor volumen que nunca, pero sus modelos de monetización están en cuestión, incluso los servicios financieros pueden llegar a canalizarse a través de vías alternativas como las plataformas de crowdfunding. Todo lo que para un agente es una amenaza para otro agente es una oportunidad. ¿Cómo serán los nuevos equilibrios por venir?

Apertura de información. un factor determinante para facilitar por ejemplo el acceso a la educación a través de plataformas en las que se accede a cursos impartidos por profesores eminentes de las principales instituciones universitarias para quien quiera

seguirlos desde cualquier lugar del mundo. Estos elementos contribuyen a acercar el conocimiento a los ciudadanos, pero también le permiten ser partícipe en la propuesta y desarrollo de soluciones, ¿qué hay más «inteligente» que este tipo de transformaciones sociales?

Apertura de datos. Ha sido el sector público quien ha acometido en primera instancia la apertura de datos, y aquellas administraciones que aún no lo han hecho se verán pronto obligadas a implementar lo prescrito por la nueva **Directiva 2013/37/EU** (6) sobre reutilización de los datos; este hecho, además de promover la transparencia en la acción de gobierno, permitirá que cualquier agente con capacidades analíticas comprenda mejor el funcionamiento de las instituciones públicas, la transparencia y el buen uso de los recursos económicos saldrán ganando con ello. El siguiente gran paso deseable será que esta tendencia a la apertura se extienda a las corporaciones privadas, y que pongan al alcance de la sociedad los datos que puedan ser de valor para entender mejor el sistema de interrelaciones entre agentes de todo tipo. ¿Se producirá este efecto de contagio positivo?

NOTAS

- [1] http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/master_calls.html#h2020-ict-2014
- [2] <http://www.peakoil.net/publications/life-without-oil-why-we-must-shift-to-a-new-energy-future>
- [3] World Economic Outlook, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2014/02/pdf/text.pdf>
- [4] http://prensa.bbva.com/actualidad/notas-de-prensa/bbva-y-el-ayuntamiento-de-madrid-presentan-un-innovador-estudio-basado-en-8216-big-data-8217_9882-22-c-103415_.html
- [5] <http://www.centrodeinnovacionbbva.com/innovachallenge/inicio>
- [6] http://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Actualidad/pae_Noticias/Anio2014/Julio/Noticia-2014-07-30-UE-fomenta-reutilizacion-datos.html#.VDnMfPI_vjY

DESTINOS TURÍSTICOS INTELIGENTES

ANTONIO LÓPEZ DE ÁVILA MUÑOZ

Presidente de SEGITTUR

SUSANA GARCÍA SÁNCHEZ

SEGITTUR

Durante décadas, España ha mantenido una posición privilegiada en los rankings mundiales de turismo ostentando los primeros puestos en la llegada de turistas internacionales (3º posición en 2013) y en ingresos generados por el turismo (2º posición en 2013). No obstante, la posición de liderazgo del sector turístico español puede verse debilitada si no se consideran

los diversos factores que influyen en el entorno como: la globalización de la industria y la consecuente aparición de nuevos mercados competidores, los cambios de hábitos de los turistas, la inversión de la pirámide demográfica, la creciente importancia de la sostenibilidad en los desarrollos turísticos y, sobre todo, el cambio hacia una sociedad que gira cada día más entorno a las nuevas tecnologías de la información.

Por otro lado, surgen nuevos factores a tener en cuenta a la hora de planificar la estrategia de la industria turística. Nos encontramos con un consumidor cada vez más exigente, que busca nuevas emociones y realiza un mayor número de viajes de menor duración. Los nuevos turistas apuestan por una gran variedad de experiencias creando, de esta forma, nuevas tendencias de consumo.

Es preciso emprender acciones orientadas a paliar la potencial amenaza de los factores del entorno para reconvertirlos en oportunidades reales de crecimiento, que permitan diferenciarse en el producto, fomentar la diversificación de mercados emisores de origen y consolidar los éxitos obtenidos en los mercados maduros.

En este contexto, surgió la necesidad de crear e implementar un nuevo concepto de destino turístico: el «Destino Turístico Inteligente». Este proyecto, de crucial importancia para el presente y futuro posicionamiento del destino España, fue recogido oficialmente en el Plan Nacional e Integral de Turismo, aprobado por el Consejo de Ministros en el mes de junio de 2012.

El Destino Turístico Inteligente aúna los conceptos de sostenibilidad, accesibilidad, conocimiento e innovación tecnológica en torno a los destinos turísticos. No sólo se dotará de inteligencia a la infraestructura del destino para fomentar el desarrollo eficiente y sostenible e incrementar la calidad de vida de los residentes, que son requisitos básicos de la ciudad inteligente, el valor añadido que aporta el concepto de destino turístico inteligente es la consideración del visitante/turista como centro del mismo. En este sentido, situar al visitante como eje de los desarrollos facilitará la generación de sistemas inteligentes integrales, orientados a mejorar su integración e interacción con el destino (antes, durante y después del viaje), creando elementos que faciliten la interpretación del entorno, agilicen la toma de decisiones e incrementen la calidad de su experiencia vacacional y de ocio.

El reto actual del sector turístico consiste en transformar los destinos turísticos en Destinos Turísticos Inteligentes y para llevarlo a cabo es necesaria la colaboración y alineación pública-privada.

EL DESTINO TURÍSTICO INTELIGENTE ↓

Definición ↓

Un Destino Turístico Inteligente es un espacio innovador consolidado sobre la base del territorio y de una infraestructura tecnológica de vanguardia. Un territorio comprometido con los factores medioambientales, culturales y socioeconómicos de su hábitat, dotado de un sistema de inteligencia que capte la información de forma procedimental, analice y comprenda los acontecimientos en tiempo real, con el fin de facilitar la interacción del visitante con el entorno y la toma de decisiones de los gestores del destino, incrementando su eficiencia y mejorando sustancialmente la calidad de las experiencias turísticas.

La complejidad y heterogeneidad del Destino Turístico Inteligente requiere la actuación conjunta de la empresa privada, las administraciones públicas, las entidades de formación y las entidades de I+D+i, para elaborar y hacer efectivo un plan de acción integral que involucre otros aspectos además del estrictamente turístico, a saber: tecnológico, económico, social, medioambiental, arquitectónico, jurídico, cultural, etc.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, el Subcomité de Normalización de los Destinos Turísticos Inteligentes organizado por AENOR aprobó por unanimidad en octubre de 2013 la siguiente definición del destino turístico inteligente:

«Un espacio turístico innovador, accesible a todos, consolidado sobre una infraestructura tecnológica de vanguardia que garantiza el desarrollo sostenible del territorio, facilita la interacción e integración del visitante con el entorno, e incrementa la calidad de su experiencia en el destino y la calidad de vida de los residentes».

Este nuevo entorno, estimula el incremento de la competitividad a través de la capacidad innovadora que repercute en una mejora de la percepción del destino y en una mayor rentabilidad de las empresas radicadas en el mismo.

Conversión de un destino turístico en un «Destino Turístico Inteligente» ↓

La intención de convertirse en un Destino Inteligente supone la puesta en marcha de una estrategia de revalorización del destino a través de la innovación y la tecnología. Este proceso permite aumentar su competitividad, no sólo por un mejor aprovechamiento de sus recursos turísticos, sino por la identificación y creación de otros; la mejora en la eficiencia de los procesos de producción y comercializa-

ción; o el uso de fuentes de energía renovables. Todo debe estar enfocado a impulsar el desarrollo sostenible del destino en sus tres vertientes (medio-ambiental, económica y socio-cultural), mejorando como consecuencia la calidad de la estancia de los visitantes y la calidad de vida de los residentes.

De este modo, será posible lograr a corto plazo el incremento de la competitividad y, a medio-largo plazo, mejorará la eficiencia de los procesos de producción y comercialización, se incrementará el empleo, las rentas fiscales y, lo más relevante, se percibirá un claro aumento en la satisfacción general.

En la página siguiente se presenta el esquema conceptual (cuadro 1) que muestra las claves de la conversión de un destino turístico tradicional a un Destino Turístico Inteligente.

En líneas generales, la consideración conjunta de los factores que constituyen la base de un Destino Turístico Inteligente generará una serie de ventajas competitivas, que no solo revertirán en beneficio del sector turístico, sino que impactarán en otros sectores contribuyendo a incrementar las rentas en el territorio.

ANTECEDENTES DE LOS DESTINOS INTELIGENTES ↓

Antecedentes desde el punto de vista turístico ↓

En la década de los 90 y los primeros años del siglo XXI se produce una toma de conciencia de la importancia del turismo por parte de los poderes públicos. Se redacta el «El libro blanco de turismo español», de donde surgen dos iniciativas: el Plan Marco de Competitividad del Turismo Español («Plan Futuro»), que representa el primer paso para definir una estrategia turística cuyo fin es desarrollar un sector más competitivo y rentable, y el Plan Integral de Calidad del Turismo Español (PICTE).

Por otra parte, a partir de la cumbre de Río de 1992 se antepone la preservación del medio ambiente en cualquier iniciativa de desarrollo. Algunas acciones relevantes derivadas de esta cumbre fueron la implantación de la Agenda 21 a nivel local o la puesta en marcha del proyecto «Municipio Verde» a partir de 1998.

El concepto de excelencia en los destinos turísticos hace referencia a la calidad integral del destino turístico, pero fundamentalmente a la consideración de la calidad en el servicio de atención al cliente, la relevancia de su opinión, la competitividad y a la sostenibilidad.

Antecedentes desde el punto de vista urbanístico ↓

• Los territorios inteligentes (1998)

La consideración del desarrollo urbanístico en torno al destino turístico es un factor clave que condiciona la evolución del territorio, sobre todo cuando se estima

CUADRO 1
ESQUEMA CONCEPTUAL

Requisitos	Sostenibilidad	Viabilidad financiera	Colaboración Público-Privada
Misión	Convertir un destino turístico en un DTI®		
Palancas	Innovación (de procesos, de herramientas)	Tecnologías (de información, de comunicación, de eficiencia)	
Resultados	Aumento de la competitividad empresarial y pública	Aumento de la calidad de la visita	Aumento de la calidad de vida del residente
Outcomes	Eficiencia (ahorro)	Empleo	
	Rentas (fiscales, salariales, empresariales)	Satisfacción	
Agentes	Administraciones Públicas	Empresa Privada	Entidades de Formación

FUENTE: Elaboración propia.

que en el año 2025 habrá más de 30 mega-ciudades en el mundo con más de 5 millones de habitantes y más de 500 ciudades con más de 1 millón de habitantes.

Con el fin de estudiar la evolución del crecimiento de las ciudades, la Universidad de Pensilvania comenzó en 1998 el estudio «Project Cities», actualmente coordinado desde la Fundación Metròpoli, que planteaba realizar un seguimiento de las experiencias urbanas de 20 ciudades innovadoras. En este proyecto se bautizó con el nombre de «*smart places*» o «territorios inteligentes» a aquellas ciudades innovadoras capaces de encontrar un equilibrio entre los aspectos de competitividad económica, cohesión y desarrollo social, y sostenibilidad ambiental y cultural.

• **Las ciudades digitales (2000-2003)**

Un proyecto que se inició visualizando las ciudades con base en el uso intensivo de la tecnología.

La ciudad inteligente, un modelo actual ↓

La ciudad inteligente, que se deriva del modelo de “ciudades digitales”, puede considerarse como una zona de límites completamente definidos desde el punto de vista geográfico y político-administrativo, que otorga primacía a las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), con el objetivo diseñar una ciudad dotada de tecnología innovadora, que facilite el desarrollo urbano sostenible y mejore la calidad de vida de los ciudadanos.

Actualmente, han comenzado a proliferar los esfuerzos por seleccionar y recopilar criterios que sirvan de orientación para el diseño de «ciudades inteligentes» y permitan además evaluar el grado de inteligencia de las mismas. Aunque todavía no existe un estándar oficial, algunas organizaciones han llevado a cabo algunos estudios que evalúan el grado de inteligencia de las ciudades.

En este sentido, cabe destacar el informe elaborado por la IDC (International Data Corporation) que ha

analizado el nivel de inteligencia de las ciudades españolas, en función de noventa y cuatro indicadores. De acuerdo a los resultados de este informe, a continuación se presentan algunas ciudades clasificadas dentro de la categoría de «smart cities»: Málaga (eco-eficiencia), Barcelona (movilidad), Santander (movilidad y medioambiente) y Madrid (servicios de emergencia) y San Sebastián (servicios y movilidad).

Esta línea de estudios revela la importancia que comienza a otorgarse al diseño de una estrategia estructurada sobre las bases del conocimiento. Considerando esta línea argumental y volviendo a centrar el punto de mira en nuestro objeto de estudio, –el sector turístico–, se verifica la evolución lógica del concepto de «Ciudades Inteligentes» hacia el de «Destinos Turísticos Inteligentes».

DIFERENCIA ENTRE CIUDAD Y DESTINO TURÍSTICO INTELIGENTE ↓

El análisis conjunto de ambos conceptos permite la identificación de elementos diferenciales entre el concepto de «Ciudad Inteligente» y el concepto de “Destino Turístico Inteligente”. Se pueden señalar las siguientes diferencias claves:

- 1**] El Destino Turístico Inteligente viene impulsado por el sector turístico, tanto público como privado.
- 2**] El público objetivo es el turista, no el ciudadano; aunque la consecuencia inmediata será que el residente también se vea beneficiado.
- 3**] Los límites geográficos pueden coincidir con los de un municipio o no (ejemplos: Costa del Sol, Camino de Santiago, etc.)
- 4**] La interacción va más allá de la propia estancia en la ciudad. En los Destinos Turísticos Inteligentes comienza antes de que el visitante llegue al destino, continúa durante su estancia y se prolonga hasta después de su marcha.
- 5**] Los Destinos Turísticos Inteligentes están ligados al incremento de competitividad del mismo y a la me-

jora de la experiencia del turista. Las ciudades inteligentes están orientadas a mejorar la gobernabilidad de la misma y a incrementar la calidad de vida de los residentes.

ESTRUCTURA DE UN DESTINO TURÍSTICO INTELIGENTE ▼

El territorio turístico es el eje central del DTI en torno al cual se estructuran sus dos pilares básicos: las Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (NTIC) y el desarrollo turístico sostenible y accesible de todo el entramado turístico.

El Territorio Turístico ▼

El Territorio, eje central de la actividad turística, se define de acuerdo con la Carta Europea de Ordenación del Territorio (1983), como «la expresión espacial de la política económica, social, cultural y ecológica de toda la sociedad». En este sentido, el espacio turístico se ha caracterizado como aquel en el que predomina la presencia de recursos turísticos que motivan el viaje y la actividad turística.

Caracterizado así, los límites del espacio turístico son difusos, más aún si se considera que el turista interactúa continuamente con todo el territorio y ocupa espacios públicos en los que confluyen otras actividades (no puramente turísticas). En otras palabras, la experiencia turística se desarrolla dentro de unos límites geográficos que no han de coincidir necesariamente con los límites político-administrativos de un municipio (ejemplo: Playa de Palma, Costa del Sol o Costa Brava).

De este modo, emprender la planificación y gestión de un destino turístico requiere mantener una visión territorial, que analice conjuntamente todos los elementos que se integran en el entorno del destino y que afectan a la competitividad del mismo. No es posible incrementar la competitividad de la empresa turística si el destino en el que se ubica no es, a su vez, competitivo.

La estrategia de gestión de las ventajas competitivas y comparativas del destino está tan imbricada con la gestión de las organizaciones que residen en él, que se vuelve imprescindible la gestión conjunta si se pretende revalorizar el territorio e incrementar la competitividad de los distintos agentes del entramado turístico.

El Desarrollo Turístico Sostenible ▼

El turismo sostenible viene definido desde 1993 por la Organización Mundial del Turismo (OMT) como aquel que «satisface las necesidades presentes de las regiones y los turistas, protegiendo y mejorando las oportunidades del futuro. Enfocado hacia la gestión de recursos para satisfacer las necesidades económicas, sociales y estéticas, respetar la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas de apoyo a la vida».

El desarrollo sostenible del turismo ha de contribuir a la sostenibilidad medioambiental, la sostenibilidad socio-cultural y la sostenibilidad económica de las regiones, en aras de incrementar la calidad de vida de la población local, mejorar la calidad de la experiencia del visitante y proteger la calidad del medio ambiente.

En este sentido, es preciso comenzar a analizar la sostenibilidad desde diferentes ópticas: la óptica del empresario local que requiere modelos de negocio sostenibles económicamente; la óptica cultural que precisa crear nuevas estrategias que faciliten la inmersión del visitante en las tradiciones y la historia de cada región sin afectarlas negativamente; y la óptica social, la del residente, que si no percibe que el turismo le beneficia, invariablemente se posicionará en contra.

Innovaciones tecnológicas aplicadas a un destino ▼

El avance tecnológico de las telecomunicaciones (4G), el auge en el desarrollo de nuevos dispositivos (*smartphones*, *tablets*), los sistemas de *software* orientados a la comunicación (redes sociales) y la primacía de la información a través de sistemas de inteligencia y conocimiento han generado un impacto que ha trascendido a todos los sectores de la actividad económica. Este ha llegado a promover el nacimiento de un nuevo tipo de sociedad, la denominada Sociedad de la Información o del Conocimiento. Podríamos calificarla como la *Quinta Sociedad*, continuando con los modelos históricos de sociedad recolectora-cazadora, sociedad agraria, sociedad urbana-artesanal-comercial y sociedad industrial.

Antecedentes tecnológicos. La comprensión actual de las NTIC requiere la consideración previa de algunos referentes que han facilitado el impulso de nuevos sistemas tomando como plataforma el propio entramado urbano, como el desarrollo de los sistemas de movilidad y los sistemas de interacción de objetos.

Weiser fue el primer autor que imaginó un espacio en el que la tecnología y la sociedad se integraban armónicamente comunicándose continuamente entre sí. De este modo, en su artículo «The computer for the Twenty First century» (1991) sentó las bases de la «teoría de la ubicuidad de los sistemas de información». Esto señalaba «la posibilidad de acceder a distintos servicios desde distintos dispositivos, en cualquier momento y en cualquier lugar».

Srivastava, autora de «Internet of things» (2005), expone que el despliegue de las nuevas tecnologías irá más allá de la mera comunicación interpersonal, permitiendo que las personas se comuniquen con los objetos y que, a su vez, los objetos se comuniquen con otros objetos, creando una amplia red de generadores y receptores inanimados que supere con creces la red actual de comunicación humana. Estas innovaciones vienen de la mano de cuatro tecnologías esenciales que promoverán la implementación

del «Internet de las cosas»: RFID o identificación por radiofrecuencia, tecnología de sensores, tecnologías inteligentes y nanotecnologías.

Bleecker, autor de *«A Manifesto for Networked Objects - Cohabiting with Pigeons, Arphids and Aibos in the Internet of Things»* (2006), aporta un elemento más, introduciendo el neologismo de «*blogject*» para referirse a la participación activa de los objetos en la transmisión de información y en el intercambio de ideas: objetos capaces de registrar el conocimiento que adquieren, recordar sus actividades, compartir la información con otros objetos o personas e incluso publicarla en la red. Estos objetos se convertirán en el nexo de unión entre el mundo virtual y el mundo real.

Vertientes tecnológicas del destino. De acuerdo a lo expresado anteriormente, el desarrollo de las innovaciones tecnológicas en un destino turístico considerará dos vertientes fundamentales.

Por un lado, la sensorización y el uso del propio entramado territorial como laboratorio de interacción entre los objetos. Generando información, facilitando la recolección y transmisión de datos entre objetos, alimentando sistemas de almacenamiento de alta capacidad y dinamizando el análisis de la información en aras de ser distribuida a través de una plataforma de servicios que retroalimente íntegramente al sistema.

Por otro lado, la creación de una solución integral de movilidad como marco de desarrollo de aplicativos («Apps») orientados a facilitar la integración del visitante con el destino, constituye una oportunidad para incrementar la productividad de las organizaciones y la calidad de las experiencias y la percepción del visitante en el destino, que podrá acceder a la información en todo momento y desde cualquier lugar.

El reto del sector turístico consiste en integrar los avances de las NTIC en un destino para dotarlo de inteligencia y proveer de sistemas de movilidad al visitante, que faciliten la generación de auténticas experiencias. Las NTIC constituyen la pieza clave, que han de convertirse en motor del municipio turístico, cuando se manifiesta la necesidad de proyectar nuevos modelos de destinos turísticos y de reinventar algunos destinos maduros.

El corazón del sistema: la Información («Big Data»).

El desarrollo de ambas vertientes tecnológicas en torno a un destino turístico posee un nexo común: la información.

El auge de la comunicación digital y móvil, la comunicación entre los objetos a través de sensores y la interacción del visitante con el destino a través de las redes sociales y mediante el uso intensivo de las tecnologías, generará un volumen de datos que será necesario almacenar, analizar y gestionar para su mejor aprovechamiento.

Para conseguir dicho objetivo, han surgido nuevos modelos de gestión de la información, entre ellos, las nuevas plataformas denominadas «*Big Data*», cuyo valor fundamental es la capacidad de obtener y gestionar el conocimiento. Esta tecnología ofrece una solución eficiente para la gestión, mantenimiento y análisis de la información que se genera.

La necesidad de utilizar esta plataforma tecnológica se deriva de la característica de unos datos que se ajustan a los siguientes parámetros:

- Volumen: grandes volúmenes de datos con alta frecuencia de actualización.
- Variabilidad de datos y de fuentes: diferentes tipos de datos y múltiples canales.
- Velocidad de procesamiento: captación de la información, herramientas de análisis, correlación y presentación de los datos en tiempo real.
- Valor de negocio: el análisis de la información generará ventajas competitivas en distintos ámbitos, entre ellos: gobernanza, seguridad, movilidad, sanidad, gestión de la relación con los clientes, soporte a la toma de decisiones, conocimiento exhaustivo de las preferencias del turista, etc.
- Veracidad: una característica que hace referencia a la confiabilidad de los datos, la calidad de la información y su precisión. El sistema es capaz de tratar y analizar inteligentemente el gran volumen de datos, obteniendo una información veraz y útil que permite mejorar la toma de decisiones.

EL CICLO DE VIDA DEL VIAJE TURÍSTICO ↓

La sociedad del conocimiento ha generado un profundo impacto en los hábitos relacionados con todas las actividades sociales, culturales y económicas. Y el turismo no es ajeno a ello. Ha sufrido en la última década un cambio significativo en los hábitos de consumo del viajero: en su forma de buscar información, de comprar, de viajar, de visitar lugares, etc.

Debido a ello, la industria turística está evolucionando hacia la concepción de nuevos modelos de servicios y productos turísticos integrales más flexibles e individualizados. Y en este contexto, la tecnología sirve de base para generar nuevos modelos de negocio turístico que acompañen al visitante en las tres fases del viaje:

- Antes del viaje: aplicación de las tecnologías antes de iniciar un viaje utilizando Internet para obtener información y reservar o comprar los servicios.
- Durante el viaje: generando una mejora significativa de la experiencia del viaje y contribuyendo a satisfacer las expectativas de los visitantes.
- Después del viaje: el reto principal de las empresas y los destinos es saber dónde, cómo y quién habla

de sus productos y servicios. De este modo, será posible conocer el grado de satisfacción real de los turistas y poder aplicar sistemas de mejora continua, así como desarrollar nuevos sistemas de fidelización.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ↓

La creación de un Destino Turístico Inteligente requiere el diseño de un plan estratégico individualizado para cada destino. No obstante, existen una serie de medidas estratégicas comunes que generan una mayor inteligencia en el destino. Entre ellas, cabe destacar los siguientes:

- Fomentar la creación de partenariados entre el sector público y privado, definiendo objetivos orientados a la mejora de los resultados esperados: competitividad, calidad, satisfacción, etc.
- Alinear las acciones públicas y privadas a las distintas etapas del ciclo de vida del destino turístico y de los productos, en función de su madurez.
- Implementar sistemas integrales de captación, análisis y distribución de la información entre todos los agentes del entramado turístico de forma que, con la incorporación de nuevos indicadores, se puedan tomar decisiones en tiempo real.
- Promover la innovación de los modelos de negocio, beneficiándose de las ventajas que han aportado las NTIC, en términos de abaratamiento del coste de la información, la facilidad de contacto oferta-demanda, la dinámica de trabajo colaborativo en red, etc.
- Hacer un uso intensivo de las NTIC, adoptando las últimas soluciones tecnológicas para dar una respuesta óptima a las distintas etapas del ciclo de vida del viaje turístico y para alcanzar niveles competitivos de eficiencia en la gestión sostenible del destino.

LA PUESTA EN MARCHA ↓

La transversalidad del sector turístico hace que cada acción pueda provocar un efecto dominó en muchos sectores. Por ello, la puesta en marcha de estos proyectos requiere el desarrollo de un plan de acción transversal y adquieren gran relevancia los proyectos de colaboración público-privada, donde participan conjuntamente: administración, empresa y sociedad civil («*stake-holders*»).

Asimismo, hay que aplicar el término de «incertidumbre estratégica» (Choo, 1988). El destino turístico y las empresas ubicadas en él se integran en un entorno caracterizado por la inestabilidad socio-económica, medioambiental, urbanística, normativa, etc. Con estos condicionantes y variables exógenas influyentes, el uso de las NTIC ha de contribuir a dotar al sistema de soluciones que permitan una reacción rápida ante los cambios del entorno.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN ↓

Con el desarrollo de los Destinos Turísticos Inteligentes surgen nuevas oportunidades de negocio en torno al sector turístico y se abre la puerta a inversiones en muchas áreas de influencia directa o indirecta: movilidad, seguridad, sanidad, cultura, eficiencia energética, etc.

En general, la tecnología permite poner en valor nuevos recursos turísticos y actividades que fomentan la generación de experiencias turísticas integrales. A continuación se presentan algunas propuestas de actuación vinculados a distintos sectores vinculados con el sector turístico:

Desarrollos tecnológicos aplicados al turismo:

- Oficina de información turística del S.XXI: acceso a dispositivos con información digitalizada, asesoría personalizada orientada al uso de aplicaciones móviles ligadas al destino, sus productos y servicios, recursos georeferenciados, etc.
- Big Data/Open Data: Captación de datos en tiempo real, monitorización del comportamiento del visitante, acceso a distintas fuentes de información digitalizada, apertura de datos tanto en el sector público como privado, etc.
- Aplicaciones móviles: guías de destinos, productos y servicios, recursos georeferenciados, información en tiempo real, realidad aumentada y realidad virtual, etc.
- Sistemas de geolocalización
- Técnicas de video-mapping, holografía...

Desarrollos tecnológicos aplicados a incrementar la competitividad de la empresa:

- Sistemas de inteligencia de negocio e inteligencia competitiva
- Sistemas de gestión de la relación con el visitante (CRM)
- Sistemas de comercialización (B2B, B2C) y de gestión de reservas (CRS)
- Sistemas de gestión de contenidos, integración con redes sociales y posicionamiento
- Sistemas de formación, colaboración y generación de conocimiento

Desarrollos tecnológicos aplicados a Movilidad y Urbanismo:

- Red Wifi de acceso libre en el territorio y red WIMAX para transmisión de datos.
- Gestión eficiente de transporte intermodal.
- Sistemas de gestión del tráfico en tiempo real e información actualizada de rutas óptimas.

- Información de transporte público: localización, ocupación, frecuencia, precio, etc.
- Aplicaciones móviles para gestión de aparcamiento.
- Gestión del flujo de visitantes en el territorio en tiempo real.

Desarrollos tecnológicos aplicados a Energía y Desarrollo Sostenible:

- Proyectos piloto de generación de electricidad, frigorías y calorías a través de energías renovables (hidro-eólica, biomasa, solar)
- Ahorro energético en el alumbrado público mediante el uso de tecnología LED
- Sensores y regulación del alumbrado en función de las condiciones de luminosidad
- Tensiómetros de medida de la humedad de la tierra en parques y jardines. Riego en función de las condiciones del suelo.
- Gestión eficiente de recogida y tratamiento de residuos
- Medición de parámetros ambientales: calidad de aguas, polución del aire, contaminación acústica, etc.

Desarrollos tecnológicos aplicados a Seguridad Pública:

- Aplicación móvil multilingüe de e-Denuncia
- Video monitorización en túneles y zonas inseguras
- Sensores de localización en grandes eventos y espectáculos
- Control de presencia

Desarrollos tecnológicos aplicados a Sanidad:

- Aplicaciones multilingües que permiten el acceso al historial médico y tratamientos
- Sanidad preventiva: Información sobre la radiación solar UV, aviso de peligrosidad ante niveles elevados y perfil de riesgo
- Geolocalización de farmacias de guardia próximas. Información de medicamentos: genéricos, compatibles, dosis recomendadas, etc.

PUESTA EN MARCHA ¶

La Secretaría de Estado de Turismo de España ha iniciado este proyecto en 2012 a través de la Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y de las Tecnologías Turísticas (SEGITTUR), responsables de su definición, desarrollo e implementación tal y como se recoge en el Plan Nacional e Integral de Turismo 2102/2015.

Los proyectos de Destinos Turísticos Inteligentes comienzan con una auditoría al destino, de la que se obtiene un diagnóstico sobre su situación de partida en el camino de convertirse en un destino inteligente. Tras este diagnóstico se realiza un Plan de Acción que es una hoja de ruta sobre qué mejoras debe realizar el destino en los cuatro ámbitos de actuación (innovación, tecnología, sostenibilidad y accesibilidad) de cara a poder ser certificado como Destino Turístico Inteligente.

Los destinos piloto fueron escogidos por ofrecer distintos escenarios en los que probar el impacto de las nuevas tecnologías en diversos aspectos de la gestión de turística de los mismos. Este es el caso de los municipios de Villajoyosa (Comunidad Valenciana), Castelldefels (Cataluña), Palma de Mallorca (Baleares), Las Palmas de Gran Canaria (Canarias), Marbella (Málaga) y Almería (Andalucía), donde ya se ha hecho este primer paso correspondiente al diagnóstico y elaboración del Plan de Acción.

Segittur está llevando a cabo en estos momentos los diagnósticos de Jaca (Huesca) y Lloret de Mar (Barcelona). Por otra parte, se ha iniciado el primer proceso de diagnóstico de una entidad gestora de destino, innovando de esta forma tanto en la metodología como en el procedimiento, pero manteniendo como base los mismos cuatro ejes que en el análisis de los territorios (innovación, tecnología, sostenibilidad y accesibilidad). Se trata del Instituto de Turismo Región de Murcia.

La publicación de la norma de Destinos Inteligentes fijará las pautas de manera consensuada y permitirá la creación de un modelo homogéneo en todo el país, que luego podrá ser exportado y consensuado a otros niveles como puede ser la Unión Europea o la International Standard Organization (ISO), pues ambas instituciones ya han manifestado interés en contar con una norma sobre Destinos Turísticos Inteligentes.

IMPLEMENTACIÓN ¶

La captación de datos y su gestión se realiza en todas las etapas del viajero: antes, durante y después de su estancia en nuestro país.

Antes. La nueva versión del portal oficial de España (2013), Spain.info, se ha diseñado para tener un mejor posicionamiento semántico, incluir la oferta privada y obtener amplia información sobre qué buscan y cómo los potenciales turistas cuando piensan en nuestro país. Esos datos nos muestran cómo piensan y qué buscan cuando planifican su viaje a España.

Durante. Es necesario captar datos del comportamiento del turista de manera totalmente anónima, pero que nos aporte la suficiente información como para poder tomar decisiones. De ahí que se plantea la captación de datos sobre el terreno a través de la sensorización, el llamado «internet de las cosas» (IoT), y el desarrollo de aplicaciones móviles que sean útiles a los turistas en su viaje y que nos permitan monitorizar su comportamiento.

El despliegue de sensores ya se ha puesto en marcha en destinos como la isla canaria de El Hierro (sensorización) y se hará próximamente en otros como Badajoz (Extremadura), Palma de Mallorca (Baleares) y Las Palmas de Gran Canaria (Canarias). En lo relativo a las aplicaciones móviles, SEGITTUR ha desarrollado una plataforma de generación de aplicaciones para dispositivos móviles denominada «Spain in Apps». Ya ha lanzado una serie de 10 apps que se están implementando en varios destinos piloto como: Villajoyosa y Elche (Comunidad Valenciana), Castelldefels (Cataluña), Palma de Mallorca (Baleares), Las Palmas de Gran Canaria (Canarias), Galicia-Camino de Santiago, Santander (Cantabria), Málaga (Andalucía) o Madrid, entre otros. Además de desarrollar una aplicación móvil específica para impulsar el producto de ferias y congresos, cuya prueba piloto fue la App de la Feria Internacional de Turismo «Fitur 2014» para IFEMA (Madrid).

Después. Se está empleando tecnología que permite la «escucha activa» de lo que los turistas dicen de nuestros destinos en la red. Twitter, Facebook o Instagram entre otros nos ofrecen comentarios, fotos, recomendaciones... Todo es útil para saber qué piensan y poder tomar medidas para corregir lo malo y potenciar lo bueno.

El Hierro: primera «Smart Island»

Entre las distintas iniciativas que Segittur ha puesto en marcha para dinamizar el desarrollo de los Destinos Turísticos Inteligentes, se destaca el caso de la isla de El Hierro (Canarias), por haberse convertido en la primera isla inteligente del mundo y ser un claro referente en el campo de los DTI.

Esta iniciativa se enmarcó en el Plan de Actuaciones Especiales de El Hierro, impulsado en 2012 por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y que la Secretaría de Estado de Turismo ha desarrollado a través de Segittur.

Los dos grandes pilares sobre los que se asentó la estrategia de planificación «smart» sobre la isla de El Hierro fueron los siguientes:

- El desarrollo sostenible en su vertiente medioambiental, social y económica.
- La aplicación al territorio de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación.

En el ámbito de la sostenibilidad medioambiental, El Hierro se ha situado como referente energético mundial con la puesta en marcha de la primera central hidroeléctrica del mundo, «Gorona del Viento». Este desarrollo la convertirá en la primera isla en autoabastecerse con fuentes de energía renovables. Los principales elementos del sistema son: 5 aerogeneradores, 2 embalses de agua (uno situado en un antiguo cráter en la cima de la montaña con una capacidad de 380.000m³ y el otro situado junto al mar con

una capacidad de 150.000 m³), una central hidroeléctrica, un parque eólico y una planta de bombeo. Todos estos elementos se interconectan entre sí de forma que facilitan la integración de todas las energías renovables.

El funcionamiento es sencillo. En los momentos en que hay viento, los aerogeneradores se ponen en funcionamiento generando una potencia suficiente (11,5 MW) para abastecer la demanda energética de la isla en horas punta y redirigiendo el excedente de energía eólica a la central hidroeléctrica. Cuando no hay viento, el agua se deja caer desde el depósito superior hasta el depósito inferior para mantener el suministro eléctrico. Por la noche, la energía producida por el viento se utiliza para bombear el agua hacia el depósito superior y para poner en marcha tres desaladoras, que garantizan el abastecimiento de agua potable a la población. Solo en caso de que no hubiera viento durante más de cuatro días, ni agua suficiente para producir energía, entrarían en funcionamiento unos motores diésel que quedan de una instalación anterior. Es preciso señalar que se ha estimado que en el año 2020 todos los vehículos de la isla serán eléctricos, de modo que la emisión de gases será prácticamente nula.

En el ámbito de las NTIC, la isla cuenta desde marzo de 2013 con una red WiFi gratuita, de 26 puntos de acceso, que da cobertura a la totalidad del territorio. La ubicación de las antenas, mimetizadas con el entorno, se ha basado en una selección estratégica de las principales zonas de interés turístico, ya que el objetivo de la iniciativa es facilitar a los visitantes la posibilidad de compartir su experiencia en el destino (recomendación y marketing viral).

Por otro lado, el hecho de que algunas zonas seleccionadas para ubicar las antenas no contaran con electricidad ha fomentado el uso de energías renovables para el funcionamiento de la red WiFi. Además, ha permitido el acceso a Internet a los residentes en zonas tradicionalmente sin conexión telefónica ni 3G.

Esta red se complementa con un sistema WIMAX, que facilita mayor velocidad de transmisión, mayor cobertura y mayor ancho de banda para sistemas ligados a la e-gobernanza del territorio. De este modo, es posible la transmisión inalámbrica de voz, datos y vídeo, así como el control de cada punto de la isla. Desde un centro de control y mediante el despliegue de sensores y cámaras de vigilancia, será posible obtener información clave que permita la toma de decisiones en tiempo real, a saber: movimiento de los turistas en el territorio, sensores anti-incendio, nivel de agua de los pozos, temperatura del aire, pluviometría, estado de los contenedores de residuos situados en puntos poco accesibles, etc.

CONCLUSIONES

Todos estos desarrollos ya nos están dando información útil del impacto del turismo y su comportamien-

to en los destinos, pero es necesario captar, gestionar y analizar todos estos datos, muchos en tiempo real, de manera sencilla e intuitiva.

Por ello se está desarrollando un «Sistema de Inteligencia Turística», que permitirá crear ese «cerebro» o «cuadro de mandos» que dará acceso a todos estos datos a todos los destinos de cara a poder analizar el impacto del turismo en sus territorios y gestionar de manera más eficiente, incrementando la competitividad y procurando mejores experiencias a los turistas.

Este sistema se pondrá en marcha en los próximos meses (antes del verano de 2015) en Badajoz y luego se replicará en todos los destinos turísticos de nuestro país que apuestan por su conversión en destinos inteligentes como Las Palmas de Gran Canaria o Palma de Mallorca, entre otros.

No estamos hablando de futuro, sino de presente y de desarrollar una innovación radical en la gestión de nuestro modelo turístico que nos permita mantener nuestro liderazgo mundial en el siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUER, O. y DÍAZ, A. (2011): *Landware. Territorio y tecnología, creadores de valor y generadores de competitividad en turismo*. Madrid, Gráficas Monterreina.
- BLOWERS, A. (1993): *Planning for a Sustainable Environment*. London, Earthscan.
- BATAGAN, L. (2011): «Smart Cities and Sustainability Models» en *Informática Económica*. vol. 15, issue 3, pp. 80-87.
- CASTELLS, M. (2003-2006): *La era de la información: Economía, sociedad y cultura*. (vols. 1, 2 y 3). Alianza editorial
- CRUZ, S. y GONZÁLEZ, T. (2006). *Gestión de la calidad. Conceptos, enfoque, modelos y sistema*. Madrid, Prentice Hall-Pearson Educación.
- CHÍAS, J. (2005): *El negocio de la felicidad. Desarrollo y marketing turístico de países, regiones, ciudades y lugares*. Madrid, Prentice Hall-Pearson Educación.
- FORONDA, C. y GARCÍA, AM. (2009): «Apuesta por la calidad como elemento diferenciador» en *cuadernos de turismo*, vol 23, enero-junio 2009, pp. 89-110.
- FIGUEROLA, M. (1990): *Teoría económica del turismo*. Alianza Universidad Textos, Madrid.

- FURIO, E. (1996): *Economía, turismo y medio ambiente*. Tirant lo Blanc y Universitat de Valencia. Valencia.
- GARREAU, J. (1991): *Edge city: Life on the New Frontier*. New York, Doubleday.
- GIL, V. y ROMERO, F. (2008): *Crossuser: Claves para entender al consumidor de nueva generación*. Gestión 2000, Barcelona
- GOMA, R. y SUBIRATS, J. (1998): *Políticas públicas en España: Contenidos, redes de actores y niveles de gobierno*. Ariel, Barcelona
- HORAN, T.A., (2000): *Digital Places. Building Our City of Bits*. Urban Land Institute.
- IDC (2011): *Análisis de las Ciudades Inteligentes de España*. Madrid, IDC. 2011.
- INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (2005): «Internet of things» en *ITU Internet Reports*. November 2005, 7th edition
- Keyser, H. (2002): *Tourism Development*. Oxford University Press, Oxford.
- LATHROP, D. y RUMA, L. (eds.) (2010): *Open Government. Collaboration, Transparency, and Participation in Practice*. United States of America, O'Reilly.
- MITCHELL, W.J. (2006): Smart City 2020: Emerging technologies are poised to reshape our urban environments. *Metropolis Magazine*
- MITCHELL, W.J. (2007): «Ciudades Inteligentes» en *UOC papers revista sobre la sociedad del conocimiento*, vol. 5, octubre 2007
- MONTANER, J. (2002): *Psicosociología del turismo*. Síntesis, Madrid.
- MURRAY, A.; MINEVICH, M. y ABDOLLAEV, A. (2012): «The Future of the Future: Putting the smarts into smart cities» en *KmWorld*. vol. 21, issue 2, february 2012
- ORTEGA, E. (2003): *Investigación y estrategias turísticas*. Thomson, Madrid.
- SCHWARZ, J. (2007): «Future Internet Research: The EU framework» en *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 37, nº 2, april 2007.
- telefónica españa, (2012): «Smart city. Las ciudades del futuro en clave TIC» en *Pulso*. vol. 44, primavera 2012.
- VILCHES, L. (2000): *Efectos culturales en la sociedad de la información*. Gedisa, Barcelona.
- WEISER, M. (1999): «The Computer of the 21st Century» en *ACM SIGCOMM Computing and Communications Review*, vol. 3, Issue 3, july 1999.
- WORLD TOURISM ORGANIZATION (2010): *Tourism and Biodiversity. Achieving Common Goals Towards Sustainability*. World Tourism Organization, Madrid, España.
- WORLD TOURISM ORGANIZATION (2005): *Indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos*. World Tourism Organization, Madrid, España.
- WORLD TOURISM ORGANIZATION (2007): *Handbook on Tourism Market Segmentation. Maximising Marketing Effectiveness*. World Tourism Organization, Madrid, España.

BIG DATA

FELIPE SEVILLANO PÉREZ

Redexis Gas

Las ciudades de todo el mundo están experimentando un crecimiento de sus poblaciones y buscan de manera continua la forma de mejorar la calidad de vida sus ciudadanos y visitantes, y fomentar y promover el desarrollo y crecimiento económico que proporcione mejores oportunidades a ciudadanos y negocios.

Cada día, ciudades de todo el mundo se enfrentan a un número creciente de problemas operacionales que afectan a la calidad de los servicios que ofrecen a sus ciudadanos. Para poder garantizar la seguridad pública, el suministro de agua, las fuentes energéticas, el transporte y otros servicios, las ciudades tienen que acceder a una información cada vez más voluminosa, conseguir que los distintos organismos municipales y agencias se comuniquen y colaboren en tiempo real y anticipar los posibles problemas antes de que se produzcan.

En un entorno como el actual, de presupuestos limitados y ciudadanos cada vez más informados y demandantes, las corporaciones municipales necesitan hacer más por menos y por tanto deben hacer las cosas de forma diferente. Un elemento clave en esta transformación, será la capacidad y voluntad de los líderes municipales, incluyendo las distintas agencias y empresas municipales, de probar y adoptar nuevas ideas y promover la innovación y el cambio a todos los niveles de la gestión municipal. El avance actual de la tecnología y el acceso a múltiples fuentes de información van a tener un papel muy importante en este proceso de cambio.

Las ciudades guardan y tienen acceso a una gran cantidad de datos de fuentes y formatos muy diversos. Sin embargo, no los están aprovechando para convertirlos en conocimiento e inteligencia procesable que per-

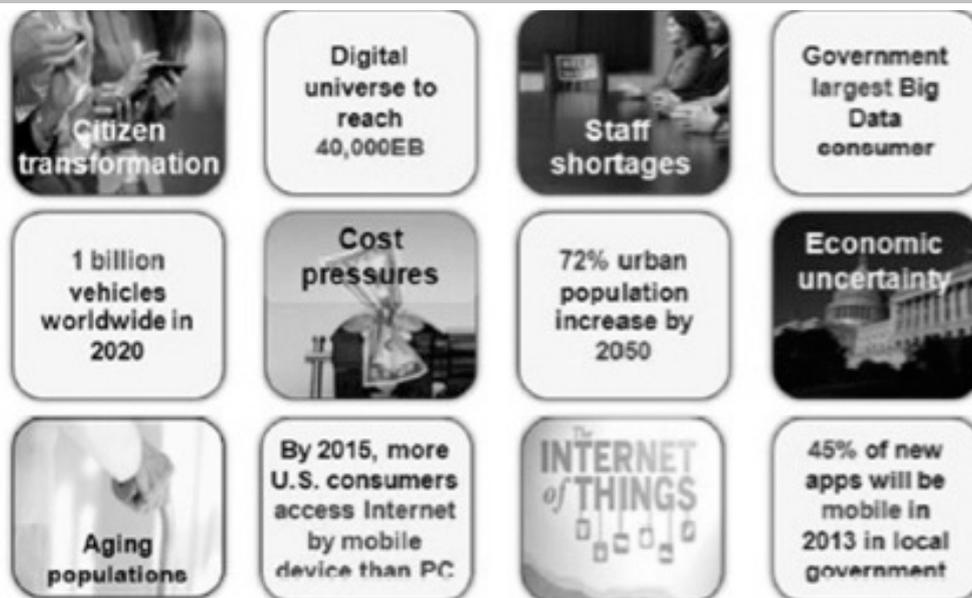
mitan proporcionar información relevante a los distintos niveles de gestión y operación municipal para tomar decisiones informadas que mejoren las respuestas y actuaciones. Muchos ayuntamientos guardan esta información en sistemas independientes que se encuentran en departamentos aislados, lo que impide tener una visión operativa global y dificulta la coordinación de las actuaciones de los distintos organismos y agencias. Si una ciudad no cuenta con una vista única e integrada de los eventos, incidentes o crisis inminentes y no puede compartir la información rápidamente, es posible que no pueda dar servicio de forma eficaz y sostenible, ni proteger a los ciudadanos o impulsar el crecimiento económico. En muchas ocasiones descubrimos tras un incidente que se disponía de suficiente información para haberlo anticipado o incluso evitado, si los organismos adecuados hubieran tenido en el momento oportuno la información relevante para la coordinación de actuaciones.

SMART CITY - CIUDAD INTELIGENTE: DE LOS DATOS A LA RESPUESTA INTELIGENTE

Definición de *Smart City*

La Red Española de Ciudades Inteligentes define las Ciudades Inteligentes como aquellas que disponen de un sistema de innovación y de trabajo en red pa-

FIGURA 1
TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y DEMOGRÁFICAS EN CIUDADES



FUENTE: IDC Government Insights 2013.

ra dotar a las ciudades de un modelo de mejora de la eficiencia económica y política permitiendo el desarrollo social, cultural y urbano. Como soporte de este crecimiento se realiza una apuesta por las industrias creativas y por la alta tecnología que permita ese crecimiento urbano basado en el impulso de las capacidades y de las redes articuladas todo ello a través de planes estratégicos participativos que permitan mejorar el sistema de innovación local (1).

Gartner define la *Smart City* como un área urbana en la que múltiples sectores, tanto desde los organismos municipales como el sector privado, colaboran para lograr resultados sostenibles mediante el análisis de información contextual en tiempo real y compartido. Lo *Smart* que es una ciudad depende de la capacidad de los distintos sectores para compartir información específica de cada dominio, y de compartirla en el contexto y formato adecuados para que se pueda generar valor de esta información (2).

IDC define la *Smart City* como la ciudad que utiliza dispositivos inteligentes, las tecnologías de la información y las comunicaciones, y la instrumentalización para conseguir sus objetivos de mejora de calidad de vida de sus ciudadanos y el desarrollo económico sostenible. Estos objetivos se logran mediante la mejora de los servicios prestados, un uso más eficiente de los recursos (humanos, infraestructuras y naturales), y prácticas financieras y medioambientales sostenibles. La visión de la *Smart City* es proporcionar servicios más accesibles, seguros, eficientes y efectivos a sus ciudadanos, de forma que aseguremos la calidad de vida y la sostenibilidad de la ciudad. Las soluciones *Smart Cities* integran la información y las operaciones entre los sistemas y dominios de la ciu-

dad, e involucran a sus ciudadanos y negocios; y al amplio ecosistema de la ciudad (diputación, comunidad, etc) (3).

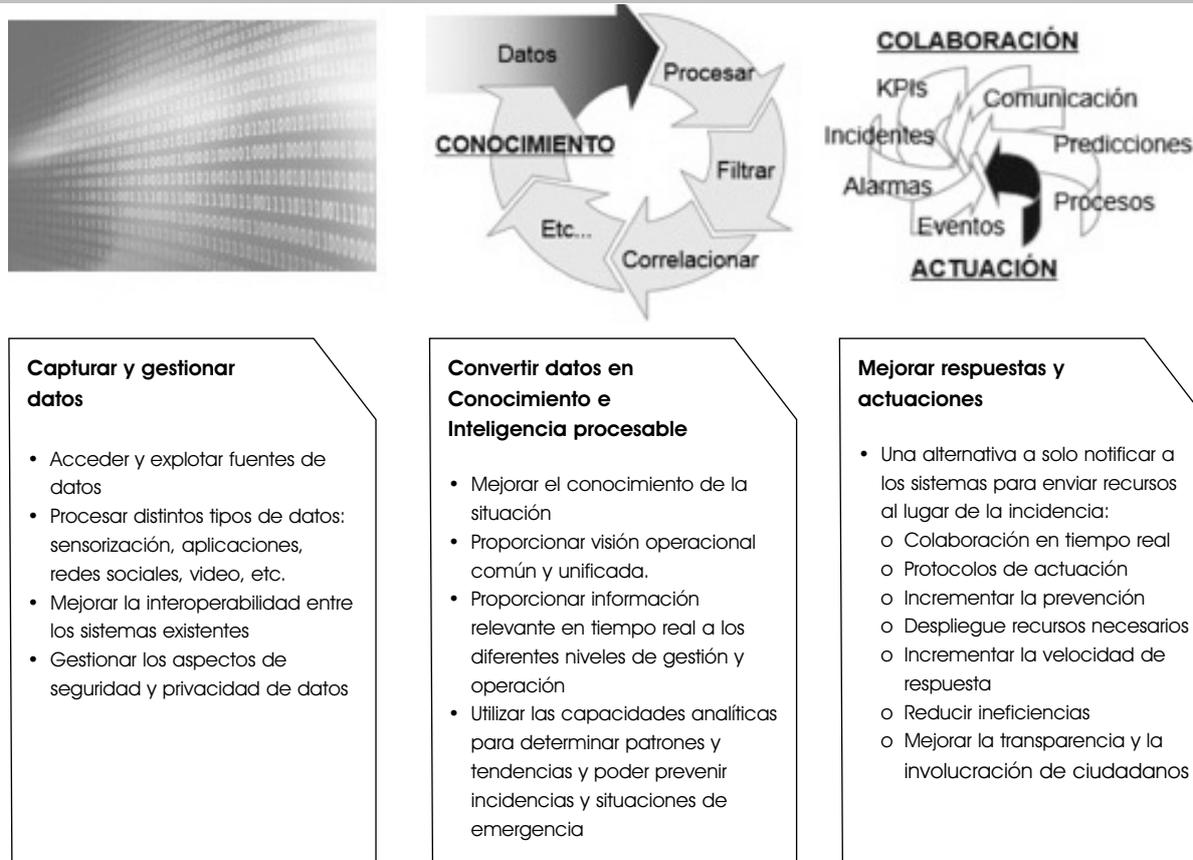
Las definiciones anteriores tienen en común la esencia de la *Smart City*: innovación, tecnología, información, colaboración, desarrollo económico, calidad de vida, ciudadanos... Las ciudades están experimentando un crecimiento de sus poblaciones y se enfrentan a los retos que conllevan –tráfico, contaminación, limitación de recursos, escasez de agua, riegos sanitarios, seguridad ciudadana, mayor demanda de educación, sanidad y servicios sociales–. Actualmente, las ciudades compiten para atraer negocios y turistas, no solo con las ciudades de su entorno más cercano sino también en un entorno Europeo y global (4).

Esta tendencia de crecimiento y las innovaciones tecnológicas están impulsando la necesidad de las ciudades de analizar cómo están utilizando y aprovechando en este momento la tecnología y las infraestructuras existentes, así como sus propios recursos y los de los ciudadanos y negocios.

La siguiente figura 1 señala algunas de las tendencias que más influyen el desarrollo de la *Smart City*, que incluye el exceso de información disponible, la transformación de los ciudadanos alrededor de los dispositivos móviles, austeridad económica y reducción de costes y el aumento de la población urbana (5).

Los líderes municipales deben adoptar las tecnologías que les proporcionen la visión de nivel de gestión y operativo adecuado, y el conocimiento de situación. Tanto en una situación de emergencia por desastre natural, como en la gestión energética de es-

FIGURA 2
SMART CITY: DE LOS DATOS A LA RESPUESTA INTELIGENTE



FUENTE: Elaboración propia.

timación de demandas futuras o en la mejora continua de los servicios municipales, los gestores municipales necesitan tener la información correcta, en el momento preciso para tomar las decisiones adecuadas en base a la información disponible.

La *Smart City* se apoya en las capacidades de las tecnologías de la información y comunicación para llevar a cabo las mejoras en la gestión y los servicios municipales: en definitiva se trata de convertir los datos en conocimiento y el conocimiento en mejores actuaciones y respuestas inteligentes (figura 2).

Las capacidades tecnológicas de la *Smart City*

Entre las capacidades y tecnologías necesarias para construir la *Smart City*, los analistas identifican la analítica de datos y el *Big Data* como claves para poder explotar y sacar valor de los datos disponibles.

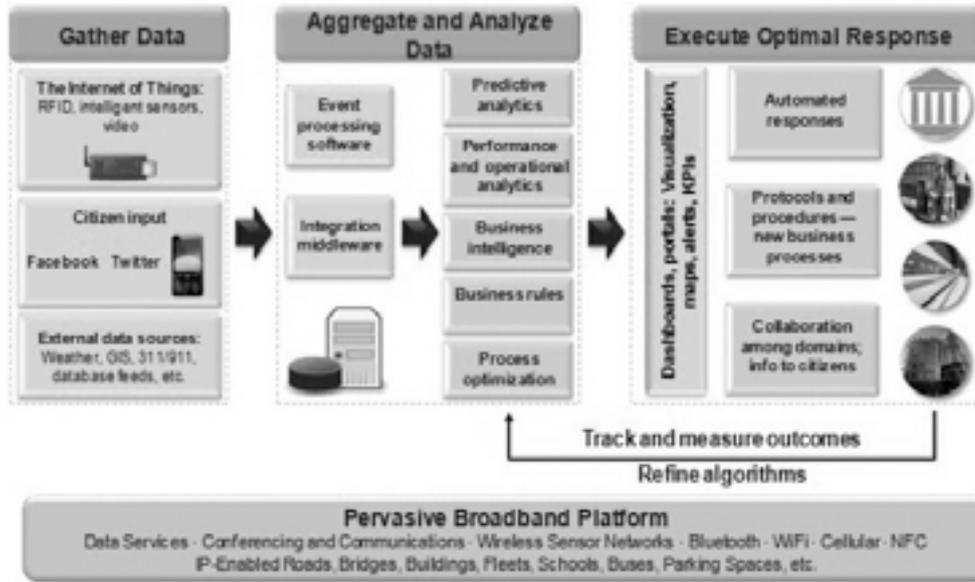
IDC Government Insights ha definido las características generales que deben incluir las soluciones *Smart City* (ver figura 3, en la página siguiente) (6).

- Captura y transmisión de datos en tiempo real (o casi-tiempo real) de diferentes fuentes como el Internet de las cosas (IoT – *Internet of Things*), dispositivos (sen-

sores, RFID, video cámaras, parquímetros, radares y detectores de matrículas, *smartphones* y otros dispositivos móviles) y directamente de los ciudadanos y empresas vía aplicaciones de colaboración o redes sociales.

- Las capacidades de colaboración son fundamentales para acabar con los silos de datos e información y la colaboración entre sistemas, departamentos y agencias.
- La gestión de datos debe proporcionar las capacidades para procesar, limpiar, consolidar e interpretar los nuevos datos capturados, y para integrarlos con los datos ya existentes y con datos históricos.
- La analítica de datos transforma los datos en información de los datos; identifica tendencias y patrones, y proporciona capacidades de predicción.
- Para mejorar el proceso de toma de decisiones, la información relevante se muestra al nivel correcto de agregación vía cuadros de mandos para funciones de gestión o con el detalle necesario mediante alertas para las funciones más operativas.
- Mecanismos y protocolos de actuación, tanto automáticos como con intervención humana, para actuar y responder a las situaciones y problemáticas diarias de la ciudad.

FIGURA 3
CARACTERÍSTICAS DE LAS SOLUCIONES SMART CITY



FUENTE: IDC Government Insights 2013.

- Las respuestas inteligentes y la toma de decisiones basadas en información relevante analizada conducen al uso más eficiente de los recursos urbanos, desarrollos urbanos sostenibles y mayor calidad de vida para los ciudadanos.
- Procesos de medición de los resultados de la *Smart City*, mediante cuadros de mando y definición de indicadores de gestión KPIs que ayuden a medir los resultados de las distintas iniciativas de la ciudad y a mantener la atención en los problemas de la ciudad, como por ejemplo el número de accidentes de tráfico, niveles de contaminación, etc.

En esta misma línea, para Gartner es fundamental la capacidad de desarrollar analítica de datos y predecir patrones y tendencias de cómo las infraestructuras de la ciudad y los ciudadanos interactúan. Las plataformas de *Business Intelligence* y analítica son una parte central del marco de la *Smart City*. Se deben desarrollar soluciones de gestión y gobierno de datos, asegurando la privacidad y seguridad de los datos y la información, que permitan ponerlos a disposición de los diferentes sectores económicos.

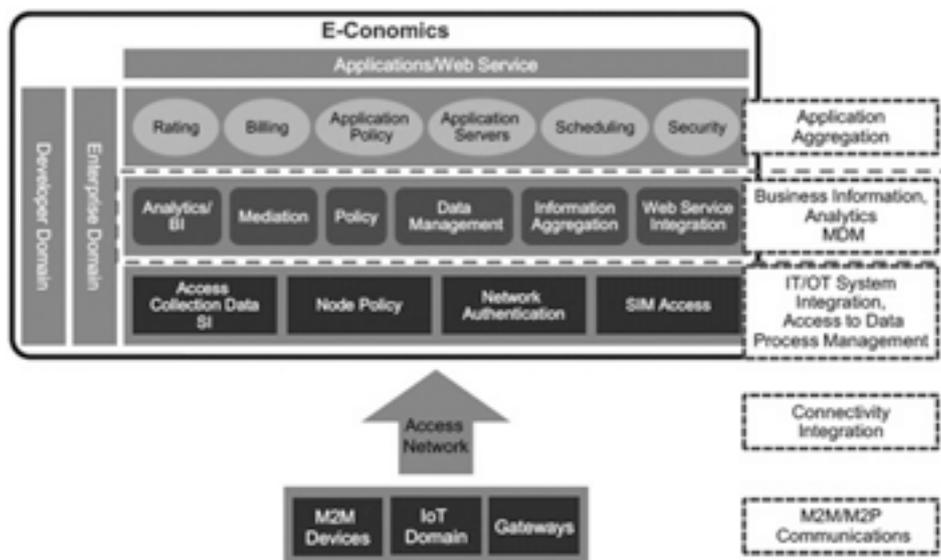
En la figura 4, en la página siguiente, Gartner describe la posición esencial de la analítica en los procesos urbanos, empezando por las capas de conectividad con las diferentes fuentes de datos, pasando por la capa de gestión de la información que conecta con las capas de aplicaciones y servicios (7).

Las capacidades de gestión de datos que se marca en la figura son denominadas a menudo como sistemas de Centros de Control y Operaciones de la ciudad (*city operations and command systems*), que incorporan una plataforma integrada de gestión de procesos de la ciudad.

Por otro lado, IBM en su encuesta de analítica de datos realizado en 2013 indica que, al examinar las capacidades analíticas de las organizaciones, ha encontrado que la mayoría puede realizar consultas e informes (73%), visualizar datos (58%) y hacer minería de datos (57%). Pero fuera de estas competencias, las capacidades de los líderes divergen considerablemente. Las organizaciones líderes han evolucionado más allá de las infraestructuras tradicionales y las técnicas de análisis de una plataforma de *business intelligence* básica hacia una infraestructura moderna y flexible capaz de capturar, procesar y gestionar el volumen, velocidad y variedad de los datos actuales. El 60% de los líderes dispone de capacidades de análisis predictivo, así como de simulación (55%) y optimización (67%). Estas competencias les permiten ver más allá de lo sucedido ayer y de lo que sucede hoy, y comenzar a comprender el modo en el que los cambios en las preferencias, las fuerzas del mercado, los fenómenos naturales o la normativa pueden afectar a sus operaciones y sus ingresos el día de mañana (8). Esto va a ser cada vez más importante; de hecho, Gartner predice que, durante 2015, menos del 25% de los proyectos de *business analytics* incorporará análisis predictivos y prescriptivos, pero que estos generarán al menos el 50% del valor de negocio (9).

La tecnología Big Data en la Smart City. Dentro de las capacidades de analítica de datos, el Big Data es una tecnología para transformar la analítica de grandes volúmenes de datos, pero es también una tecnología disruptiva. Está activando la transformación de industrias enteras que requieren análisis constante de datos para afrontar los retos de su gestión diaria, como en el caso de las ciudades poder predecir tendencias y anticipar posibles situaciones de

FIGURA 4
SMART CITY DOMAIN TOPOLOGY



IoT = Internet of Things; M2M = machine to machine; M2P = machine to person; SI = system integration

FUENTE: Gartner.

emergencias. El *Big Data* proporciona las capacidades para explotar mejor la información existente, integrar nuevas fuentes de datos y realizar analítica de datos usando nuevas herramientas que permiten incrementar el valor para la ciudad y los ciudadanos.

Para las ciudades la tecnología *Big Data* se está convirtiendo en una necesidad que tendrán que adoptar más pronto que tarde, ya que les va a permitir alcanzar diversos objetivos (10):

- Aplicar analítica de datos más allá de los casos de uso tradicionales que permita respaldar la toma de decisiones informada en tiempo real, en todo momento y en todo lugar.
- Acceder a todo tipo de información que pueda ser usada para la toma de decisiones.
- Facultar y promover a las personas en todos los roles de la organización a explorar y analizar información, para convertirlo en conocimiento que pueda compartir con el resto de la organización.
- Optimizar los procesos de toma de decisiones, tanto si se realizan por personas como si se ejecutan por sistemas automatizados.
- Proporcionar conocimiento desde todas las perspectivas y horizontes temporales; desde informes históricos y de tendencias hasta análisis en tiempo real y modelos predictivos.
- Mejorar los resultados de gestión y gestionar mejor los riesgos.

En definitiva, el *Big data* proporciona a la ciudad y su ecosistema las capacidades analíticas para trans-

formarse en una organización contextual, que se adapta con dinamismo y agilidad a los continuos cambios de su entorno económico, social, medioambiental, etc. y a las necesidades cambiantes de sus ciudadanos, empresas y visitantes; mediante el uso de la información disponible de una gran cantidad de muy diversa de fuentes de datos (11).

BIG DATA

A lo largo de la historia, las decisiones más acertadas en el mundo empresarial se basaron en la interpretación de los datos disponibles. Cada día, 2,5 quintillones de *bytes* son creados, es decir, el 90% de los datos en el mundo ha sido creado en los últimos 2 años (12). Estos datos vienen de todas partes: sensores que capturan todo tipo de datos, posts o comentarios en redes sociales o blogs, fotos o videos, registros de transacciones comerciales, señal GPS de teléfonos móviles o automóviles, etc.

La gran cantidad y complejidad de datos que se generan cada día, hacen que los sistemas de gestión y de procesado de datos tradicionales no puedan proporcionar el servicio necesario. Los retos que debe gestionar el *Big Data* incluyen capturar, almacenar, buscar, compartir, transferir, analizar y visualizar. Algunas estimaciones predicen un crecimiento de datos de hasta 50 veces para el año 2020 (13). Una gran cantidad de datos se está generando y se está guardando tan rápido que está inundando a la sociedad, y por supuesto a las ciudades. El *Big Data* se está convirtiendo en el próximo recurso natural que explotar; y esto representa por un lado un gran reto, pero también una oportunidad para las organizacio-

nes que sepan sacar provecho de estos datos. Para sumarse a esta oportunidad, las ciudades deben adoptar soluciones *Big Data* que les proporcionen capacidades analíticas para convertirlos en conocimiento y así mejorar la gestión urbana y la toma de decisiones (14).

Nuevas fuentes de datos de la *Smart City* - necesidad *Big Data* ↓

Además de la gran cantidad y variedad de fuentes de información que gestionan las corporaciones municipales, existen nuevas fuentes de datos disponibles que crecen de manera exponencial que puede ayudar a mejorar la gestión municipal, entre las que cabe destacar:

Ciudadanos. Los ciudadanos y empresas son el mejor sensor para la ciudad. Los ciudadanos recogen información que puede complementar o incluso ser más valiosa (o ni siquiera estar disponible) que la recogida mediante los medios e infraestructuras gestionadas por las corporaciones municipales u otras empresas u organismos involucrados en los servicios y operaciones municipales (15). Ejemplos de este tipo de información son fotos realizadas con dispositivos móviles de roturas o desperfectos en la vía pública o equipamientos en mal estado de funcionamiento.

Por otro lado, los ciudadanos, más allá de los canales de comunicación tradicionales, esperan poder acceder e interactuar con su administración local mediante dispositivos y aplicaciones y a través de las redes sociales. La adopción masiva de dispositivos y la utilización de las redes sociales muestran la importancia de que los gobiernos locales desarrollen estos canales de comunicación e involucración de la ciudadanía.

- En 2015, por primera vez, habrá más personas accediendo a internet a través de dispositivos móviles que a través de ordenadores.
- El uso de dispositivos móviles para compartir fotos, navegación y utilización de mapas y para acceder a las redes sociales crecerá de forma muy significativa.

Estas tendencias no pueden ser ignoradas por los líderes municipales, y actualmente se está produciendo un progreso muy considerable. Los gobiernos locales están aprovechando el momentum de las iniciativas *Open data* y colaboración ciudadana (*crowdsourcing*) para que se desarrollen aplicaciones móviles.

Algunos ejemplos de aplicaciones para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos (16):

- ✓ Aparcamientos
- ✓ Información turística
- ✓ Información red de transporte pública

- ✓ Estado del tráfico
- ✓ Alertas y emergencias

Machine-to-machine (M2M). Para IDC el crecimiento de las comunicaciones *machine-to-machine* (M2M) y *machine-to-machine-to-human* (M2M2H) es muy relevante para el futuro de la *Smart City* y la automatización de ciertos procesos.

Las comunicaciones M2M son aún un mercado emergente y estamos solo en los inicios. El despegue de las aplicaciones M2M de uso masivo y su utilización en algunos sectores va a tener un impacto en los gobiernos locales. Ejemplos de esto son la industria del automóvil con los vehículos conectados; o la monitorización remota de pacientes en sanidad. Para IDC en el corto plazo las áreas más relevantes para el uso en corporaciones locales son las siguientes (17):

- ✓ Gestión de flotas, especialmente en el transporte público
- ✓ Gestión remota e activos
- ✓ Vehículos conectados
- ✓ *Smart meters* (telemedida de contadores)
- ✓ Señalización digital
- ✓ Monitorización en Sanidad
- ✓ Seguridad pública

Internet de las Cosas (Internet of Things IoT). Los sensores y dispositivos inalámbricos son cada vez más pequeños, inteligentes y baratos; y existen miles de millones; que proporcionan una cantidad infinita de datos. La Internet de las Cosas (IoT) a través del rápido crecimiento de la conectividad M2M (*machine-to-machine*) en los diferentes dominios de la ciudad (contadores con telemedida, redes de sensores, etc) van a generar un flujo masivo de datos que debe ser securizado, priorizado, organizado y analizado. Si esto falla la información aportada por la analítica de datos podría impedir, hacer ineficiente o incluso conducir a errores en la toma de decisiones de procesos vitales para la ciudad y sus ciudadanos (18). Según Gartner, en 2020, habrá más de 30 miles de millones dispositivos conectados (19), similar a la previsión de ABI Research (20).

Datos Abiertos (Open Data). El *Open Data* es una iniciativa imparable a nivel tanto internacional como nacional, con gran respaldo institucional y que cuenta ya con políticas y marcos normativos que lo regulan a nivel europeo y nacional.

Según datos.gob.es, el *Open Data* proporciona beneficios sociales y económicos (21):

- ✓ Facilita la participación y colaboración ciudadana (a través de las iniciativas de gobierno abierto)
- ✓ Posibilita la monitorización y ajuste de políticas públicas

✓ Ofrece nuevas oportunidades de empleo y de generación de riqueza asociadas a los modelos de negocio innovadores

IDC cree que las ciudades que abran sus datos proporcionarán más valor a sus ciudadanos. Las corporaciones municipales con iniciativas estratégicas de *Open Data* tendrán un 50% más de aplicaciones móviles desarrolladas para su ciudad. Más ciudades pondrán en marcha iniciativas de *Open Data* para facilitar el desarrollo de aplicaciones móviles y por tanto para proporcionar servicios a los ciudadanos, visitantes y negocios a través de los dispositivos móviles (22). Estas iniciativas van a suponer para los organismos municipales un incremento radical de la complejidad de gestión de datos que realizan actualmente. Existen más de 40 países con plataformas de *Open Data*. El portal de EEUU *data.gov* tiene más de 150.000 set de datos disponibles (23); y existen más de 1 millón de conjuntos de datos a nivel mundial, que crece cada día. En España, el portal *datos.gob.es* es una iniciativa de carácter nacional encargada de llevar a cabo acciones que favorecen la apertura de información por parte del sector público. Actualmente dispone de más de 2000 conjuntos de datos de más de 100 organismos.

Desde el punto de vista del valor económico, McKinsey Global Institute estima un potencial económico anual *Open Data* de \$3 - \$5 trillones en siete dominios de actividad. Estos beneficios incluyen aumentos de productividad, desarrollo de nuevos productos y servicios, y mejoras para los consumidores (ahorro de costes, productos y servicios de mejor calidad, etc). Este valor potencial, se podría dividir en \$1,1 trillones en los EEUU, \$900 millones en Europa y \$1,7 trillones en el resto del mundo (24).

Conclusiones. Los cambios en las tecnologías que hemos comentado, en los que la información se convierte en el recurso crítico para la mejora de la toma de decisiones, están derivando en que los retos a los que se enfrenta la *Smart City* deben ser englobados en el contexto del *Big Data*. La convergencia de dispositivos inteligentes, las redes sociales, la información disponible en los sistemas municipales, y otras muchas fuentes de datos, hacen que haya demasiada información disponible para procesar y asimilar y los operadores municipales y personal de los centros de control no pueden depender totalmente de su experiencia o intuición para tomar decisiones. El modelo mental causa/efecto queda desfasado rápidamente, mientras se incrementa la exigencia de responder más rápidamente y con mayor precisión y conocimiento a los eventos e incidentes que ocurren en la ciudad. Por ejemplo, los nuevos desafíos de gestión y analítica de datos a los que se deben enfrentar los Centros de Control de Tráfico y Transporte con el crecimiento de los vehículos conectados y la nueva generación de sistemas de asistencia de viaje, no podrán ser superados por aquellas organizaciones que no utilicen soluciones *Big Data* y analítica (25). La tecnología *Big Data* asienta

las bases para mejorar las capacidades analíticas y por tanto mejorar el proceso de toma de decisiones y los tiempos de respuesta, principios básicos para la *Smart City*.

Definición: dimensiones *Big Data* ↓

La gran diferencia entre los casos de uso de *Big Data* y los de aplicaciones de *Data Warehouse* o *Business Intelligence* (BI) son la naturaleza y la velocidad de los datos que se gestionan. Normalmente, las aplicaciones *Big Data* son miles de veces más grandes y requieren una respuesta más rápida que las aplicaciones de BI (26).

IDC define *Big Data* como una nueva generación de tecnologías y arquitecturas diseñadas para extraer valor económico de grandes volúmenes de una amplia variedad de datos, mediante la capacidad de captura, descubrimiento y/o análisis a gran velocidad. Esta definición abarca hardware, software y servicios de integración, organización, gestión, análisis y presentación de datos que se caracteriza con las cuatro Vs: **Volumen, Variedad, Velocidad y Valor** (27).

Según IBM las soluciones *Big Data* se distinguen de las soluciones TIC tradicionales considerando cuatro dimensiones (28):

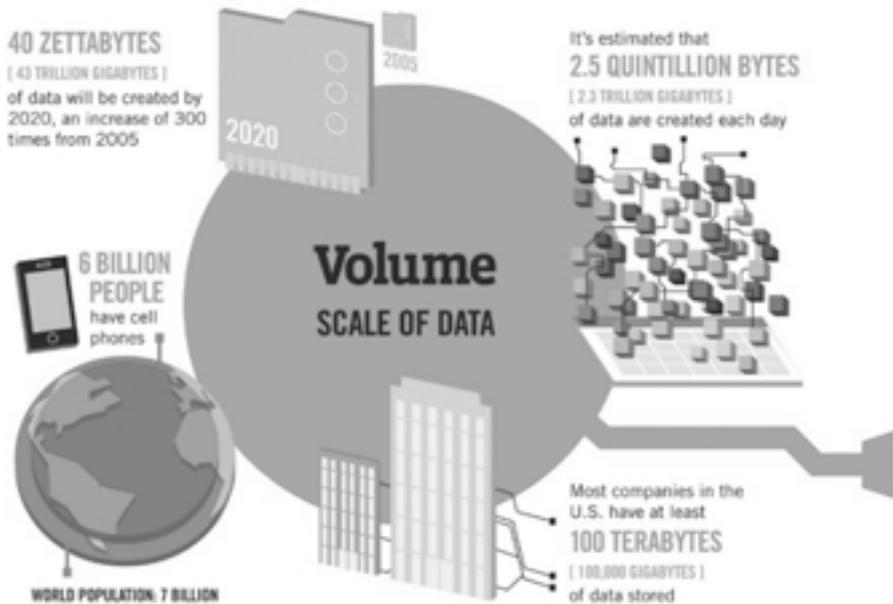
- **Volumen:** las soluciones *Big Data* deben gestionar y procesar cantidades mucho mayores de datos.
- **Velocidad:** las soluciones *Big Data* deben procesar datos que llegan a mayor velocidad.
- **Variedad:** las soluciones *Big Data* deben encargarse de más tipos de datos, tanto estructurados como desestructurados.
- **Veracidad:** las soluciones *Big Data* deben validar la corrección de la gran cantidad de datos que llegan a gran velocidad.

Como resultado, las soluciones *Big Data* se caracterizan por procesado complejo en tiempo real y relación de datos, y capacidades avanzadas de analítica y búsqueda. Estas soluciones hacen hincapié en el flujo de los datos, y trasladan la analítica de los centros de investigación a los procesos y funciones clave de las organizaciones.

Además de las 5 Vs que incorporan las definiciones de IDC e IBM; IBM menciona una sexta V que han sugerido diferentes analistas:

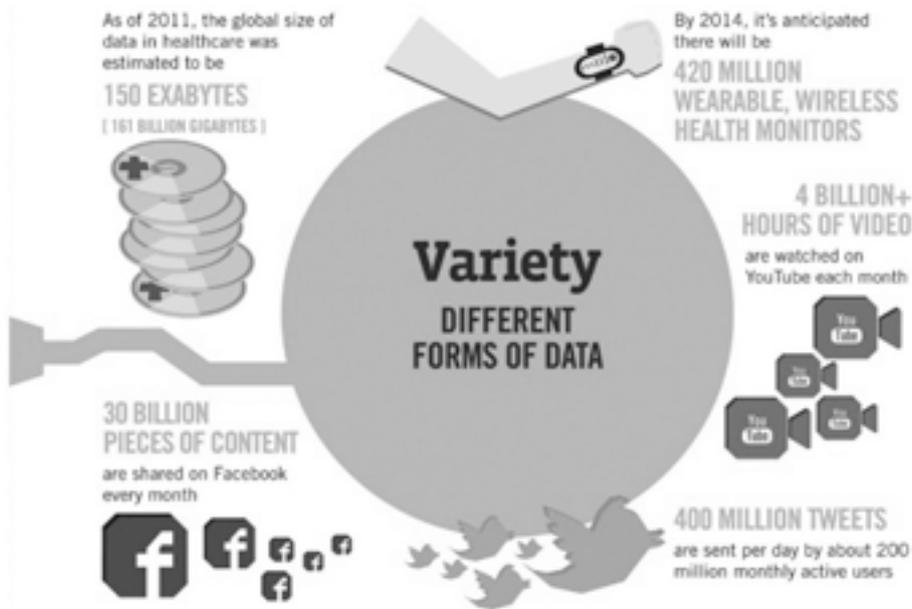
- **Variabilidad** de la inyección de datos a sistemas *Big Data* (29): variabilidad significa que los sistemas *Big Data* deben disponer del mismo tipo de elasticidad que es requerido en cloud computing y otros entornos virtualizados. Los flujos de datos, tanto en volumen como en variedad, pueden variar enormemente, pudiendo seguir un comportamiento cíclico predecible o siendo completamente aleatorio. Esta variabilidad es especialmente difícil de gestionar por la existencia de las redes sociales.

FIGURA 5
«THE FOUR V'S OF BIG DATA»



FUENTE: Infografía IBM (30).

FIGURA 6
«THE FOUR V'S OF BIG DATA»



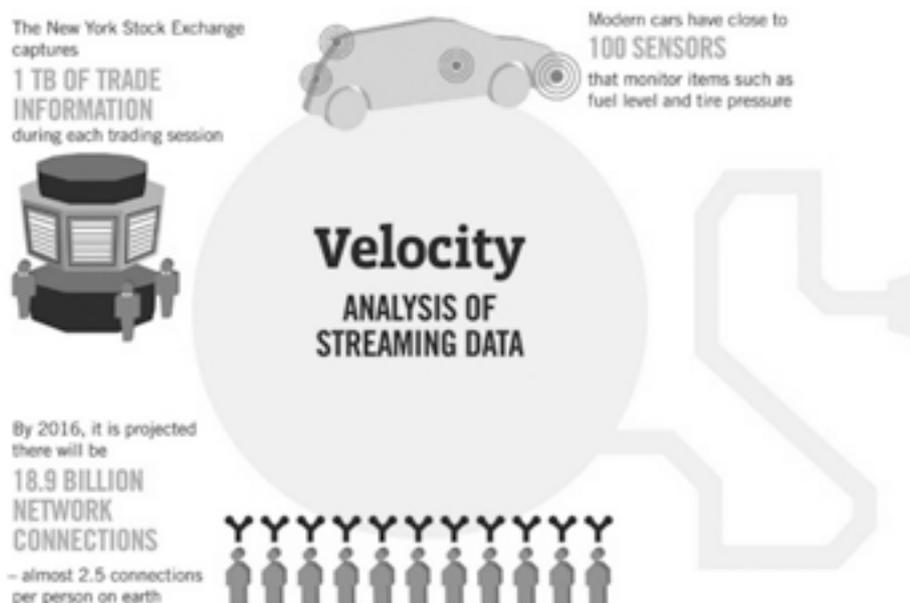
FUENTE: Infografía IBM (31).

Volumen: el tamaño no es lo único que importa. Las ciudades gestionan grandes cantidades de datos que se van a ver incrementados con la implantación de iniciativas *Smart City* (ver figura 5).

La palabra «Big» de *Big Data* alude a volúmenes masivos de datos, sin embargo los usuarios deben entender que este término es relativo. Algunos sectores u orga-

nizaciones pueden llegar a tener *gigabytes* o *terabytes* de datos que gestionar, mientras otras pueden llegar a los *petabytes* o *exabytes*. En cualquier caso, estas aplicaciones aparentemente más pequeñas pueden llegar a requerir los procesos de gestión y análisis de datos muy demandantes y complejos que caracterizan las aplicaciones *Big Data* (31). Un gran porcentaje de los datos no serán de interés y no proporcionará una

FIGURA 7
«THE FOUR V'S OF BIG DATA»



FUENTE: Infografía IBM (31).

información relevante, y podría ser filtrada y comprimida hasta en un orden de magnitud. El reto o la dificultad es hacer un filtrado de forma inteligente de forma que no se descarten datos que pueden ser relevantes a las operaciones que se están ejecutando. Por ejemplo, datos relacionados con horarios o la localización, podrían estar sujetos a una amplia variación y seguir siendo válidos.

El volumen de datos está creciendo a mayor velocidad que los recursos de computación y la capacidad de procesamiento de los procesadores que existen en el mercado. En los últimos 5 años, la evolución de la tecnología de procesadores se ha parado, y ya no vemos duplicado la velocidad de los chips cada 18 - 24 meses (32).

Variación: la combinación de fuentes de datos y formatos es clave. La variedad en Big Data es un atributo crítico. La combinación de datos de una amplia variedad de fuentes diferentes de datos y en una variedad de formatos en un criterio clave en la determinación de si una aplicación puede ser considerada *Big Data* (ver figura 6, en la página anterior).

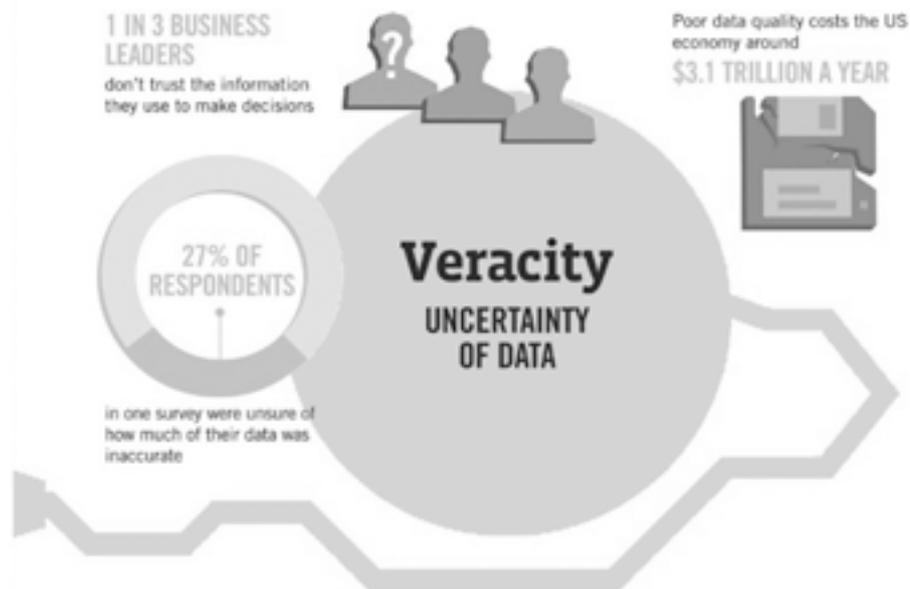
Las aplicaciones *Big Data* combinan datos de una amplia variedad de fuentes diferentes (típicamente tanto datos internos como externos a la organización) y datos de diferentes tipos y formatos (estructurados, semiestructurados y desestructurados); éste es un aspecto importante de *Big Data*. Combinar diferentes tipos y formatos de datos es un reto técnico complejo: ¿Cuál es la importancia relativa de un tweet respecto a un registro de cliente? ¿Cómo combinamos un gran número de fichas activas de pacientes con investigaciones médicas publicadas y datos genó-

micos para seleccionar el mejor tratamiento para un paciente particular? Un ejemplo de esto puede ser la integración de datos operativos internos de un ERP con datos semiestructurados de ficheros *logs* de la web que identifican el comportamiento de clientes *online*, con análisis de sentimiento de textos desestructurados de comentarios de clientes. Otro ejemplo son los modelos avanzados de predicción meteorológica que se basan en datos históricos de los últimos 50 ó 100 años, datos de nuevos modelos físicos de simulación e comportamientos oceánicos y datos de cambios de los niveles de CO₂; combinándolos con datos de satélite para crear modelos de simulación en tiempo real (34).

Velocidad: velocidad a la que la información llega, se procesa, es analizada y se entrega. La velocidad de los datos que se mueven a través de los sistemas de una organización varía desde requerimientos de integración por procesos *batch* o carga de datos en intervalos predefinidos, hasta requerimientos de transmisión de datos en tiempo real. La clave para evaluar las necesidades de velocidad del *Big Data* es entender los procesos de negocio y los requerimientos de los usuarios finales que gestionan y ejecutan los procesos (ver figura 7).

Por ejemplo, para un organismo de gestión de emergencias, unos segundos pueden ser la diferencia entre una catástrofe y una resolución con éxito de una situación de riesgo. Otro ejemplo es el requerimiento de reconocimiento facial en tiempo real en aeropuertos para detección de pasajeros. Sin embargo, los motores de búsqueda web deben procesar y buscar millones de consultas para determinar la precisión de sus algoritmos o añadir coincidencias, pero

FIGURA 8
«THE FOUR V'S OF BIG DATA»



FUENTE: Infografía IBM (37).

no necesitan realizar estos análisis en tiempo real. En definitiva, lo que realmente se necesita es la información relevante, en el tiempo preciso y con el nivel de precisión requerido.

La infraestructura tecnológica será diferente para cada caso de uso. Existe un antiguo adagio en la comunidad técnica de infraestructuras –se puede resolver cualquier problema si pones suficiente *hardware*–. Cuando se examinan los grandes supercomputadores que se han construido para resolver problemas específicos, este adagio se cumple. Sin embargo, en el mundo actual, las evoluciones de hardware no siempre son necesarias para satisfacer las demandas de alto rendimiento (36).

Veracidad. Como comentábamos anteriormente, cada día se generan 2,5 quintillones de bytes de datos. Estos datos vienen de fuentes diversas como fotografía digital, videos, *posts* en redes sociales, sensores inteligentes, transacciones comerciales, señales GPS de teléfonos móviles y otros dispositivos, etc. En definitiva, *Big Data* son datos desorganizados. La veracidad tiene que ver con lo incierto o imprecisión de los datos. Cuando utilizamos fuentes de datos de redes sociales como tweets, entradas de Facebook, etc, ¿qué credibilidad podemos o debemos dar a los datos? Muy posiblemente podremos utilizar estos datos para realizar análisis de sentimiento o identificar cambios de tendencias, pero no podremos sacar conclusiones para la toma de decisiones críticas (ver figura 8).

Dos de las Vs que caracterizan al *Big Data* van de alguna manera en contra de la Veracidad de los datos. Tanto la Variedad como la Velocidad limitan la

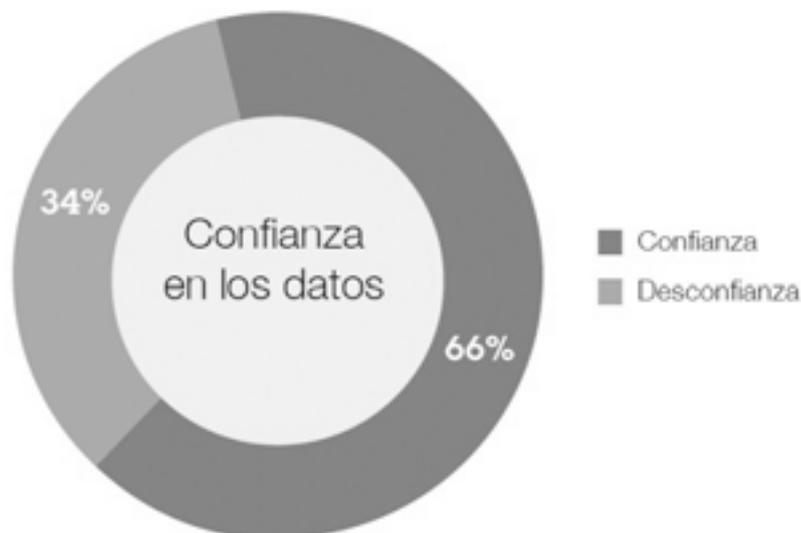
capacidad de limpieza de datos antes de su análisis (38). Si los datos contienen errores, la información que se puede generar de ellos no es fiable y los usuarios pierden la confianza de sus resultados y nunca la usarán para la toma de decisiones. Es fundamental implantar procesos de limpieza de datos para la eliminación o por lo menos reducción de datos erróneos que garantice la calidad de los datos. Para abordar los desafíos de rendimiento y capacidad que se desprenden de la falta de veracidad en los datos, es importante definir estrategias y herramientas de calidad de datos como parte de la infraestructura *Big Data*. El propósito de estas estrategias de calidad de datos es comprobar que cumplen su propósito; es decir evaluar el uso previsto para el *Big Data* dentro de la organización y establecer y garantizar la precisión necesaria de los datos para alcanzar los objetivos de negocio de los casos de uso.

El enfoque de calidad de datos adoptado por las organizaciones debería incluir algunas estrategias:

- Definición de criterios y benchmarking de calidad de datos
- Identificación de atributos clave de calidad de datos (por ejemplo puntualidad en la entrega, integridad, etc.)
- Gestión del ciclo de vida de los datos y conformidad
- Requerimientos de metadata y su gestión
- Clasificación de los elementos de datos

Además, el enfoque debe ser colaborativo y muy claro sobre qué datos deben ser 100% precisos, cuáles

FIGURA 9
CONFIANZA EN LOS DATOS



Nota: Se pidió a los líderes que describieran su grado de confianza en la calidad de los datos y los análisis de su organización. Opciones de respuesta consolidadas; n = 107

FUENTE: IBM Institute for Business Value. 2013 Big Data & Analytics Study.

deben ser suficientemente buenos, en términos porcentuales (en multitud de ocasiones, lo perfecto es enemigo de lo bueno). La seguridad también juega un papel importante, ya que debe asegurar que los datos falsos, fraudulentos o no autorizados no se introducen en el *Big Data*. Los datos deben ser protegidos adecuadamente y no distribuidos a destinatarios no autorizados (39).

Por otro lado Gartner señala que debemos conocer de quién es la propiedad de las fuentes de datos que estamos utilizando para nuestros casos de uso, y el uso que podemos hacer de esta información de acuerdo a las licencias de uso (i.e. *Open data*, datos propietarios de uso restringido, etc.). Entender bien las limitaciones, realizar un uso correcto de las fuentes de datos e informar de su origen proporcionará mayor transparencia a nuestra *Smart City* y por tanto mayor credibilidad y Veracidad a nuestras soluciones (40).

Confianza en los datos. Los responsables de tomar decisiones deben confiar en los datos para dejarse guiar por ellos. Según el estudio de IBM, en las organizaciones que obtienen más valor de la analítica, el gobierno y la seguridad son suficientes para proporcionar a la mayoría de los usuarios un grado de confianza confortable, pero también son lo bastante flexibles como para que los usuarios de negocio cumplan un conjunto de requisitos diverso. Además, este estudio indica que las organizaciones que gestionan sus datos de manera deficiente encuentran dificultades para generar valor a partir de estos y de su análisis.

Los líderes confían en los datos de sus organizaciones. Dos terceras partes de los encuestados de las organizaciones líderes tienen confianza suficiente en

la calidad de los datos y análisis de los que disponen como para utilizarlos en sus procesos de toma de decisiones cotidianos (ver figura 9).

Para inspirar este grado de confianza, hacen uso de un riguroso sistema de estándares empresariales y sólidas prácticas de gestión de datos para ayudar a asegurar no solamente la oportunidad y la calidad de los datos, sino también su seguridad y privacidad. Los líderes adoptan un enfoque estructurado para el gobierno y la seguridad de los datos y a esta vigilancia se debe en buena parte el mayor grado de confianza que la mayoría deposita en los datos y en la analítica dentro de sus organizaciones (41).

Valor. En la figura 10 (en la página siguiente), IDC identifica la arquitectura de valor de la *Smart City* que se construye con tecnologías como el Internet de las cosas (IoT - *Internet of Things*) y los cuatro pilares tecnológicos para IDC - *Big Data*, tecnologías móviles, *cloud computing* y *social business* (42).

En el contexto del *Big Data*, valor se refiere tanto al coste de la tecnología como al valor obtenido de su uso.

La variable del coste es importante, ya que es uno de los factores clave que definen la novedad del *Big Data*. La diferencia es que antes solo los gobiernos y las grandes empresas se podían permitir tener grandes centros de datos, soluciones de gestión de datos en tiempo real, de análisis de contenidos desestructurados, sistemas de supercomputación, etc. Ahora estas tecnologías son más accesibles.

Por otro lado el valor también se refiere al beneficio obtenido de las iniciativas *Big Data*, que IDC (43) las clasifica en:

FIGURA 10
ARQUITECTURA DE VALOR DE LA SMART CITY



FUENTE: IDC Government Insights 2013.

✓ Reducción del coste de capital: reducción del coste de hardware, software y otros costes de infraestructuras.

✓ Eficiencia de las operaciones: reducción de los costes de operaciones, debido a la mejora de los métodos de integración, gestión, análisis y entrega de datos.

✓ Mejora de los procesos de negocio: aumento en los ingresos o beneficios debido a una mejora de los procesos de negocio, incluyendo mejoras en el diseño y la prestación de servicios a los ciudadanos, en los procesos de licitación de contratos públicos, etc.

Garner por su lado señala que el valor que proporcionan los casos de uso de las *Smart Cities* está orientado inicialmente a mejorar la organización y rendimiento de los servicios e infraestructuras urbanas, como por ejemplo la gestión de residuos, tráfico, transportes públicos, gestión energética y gestión de agua. Además, la información tiene un valor «*citizen-centric*» ya que la información difundida por ejemplo sobre patrones o predicciones de tráfico, horarios y estado del transporte público o la disponibilidad de aparcamiento en las zonas de la ciudad, tienen un impacto sobre las necesidades de servicio y beneficios para ciudadanos, negocios y visitantes. La percepción en el otro extremo de la cadena de valor es crítica para que las infraestructuras y servicios de la ciudad funcionen mejor y de forma más sostenible y contextualizada, unidos al contexto personal de los ciudadanos, por ejemplo de seguridad, calidad del aire y estándares de calidad de vida para establecer métricas de contaminación medioambiental, densidad de tráfico, etc. (44).

Los usuarios de soluciones y casos de uso *Smart Cities*, tanto a nivel de gestión municipal como de

operación de servicios urbanos, tanto ciudadanos y visitantes como empresas que operan en la ciudad, comparten un requerimiento en cuanto a la analítica de datos y a sus resultados que suele ser un desafío para las soluciones *Big Data*: no quieren ser inundados con información no relevante.

Actualmente, por la falta de conocimiento de las necesidades o interés personal de los diferentes tipos de usuarios, las aplicaciones *Smart Cities* inundan con información sobre la ciudad, cuando realmente solo están interesados por información contextualizada relevante para sus necesidades.

Para poder proporcionar valor, en primer lugar, las soluciones *Smart Cities* deben entender cómo será consumida la información y cuál es el valor intrínseco y de negocio que contiene para los ciudadanos y empresas.

Una vez entendamos el valor que proporciona la información, las soluciones deben disponer de capacidades analíticas de filtrado, agrupación y visualización de la información y contexto de forma que la información proporcionada aporte realmente valor identificado a los diferentes usuarios (45).

BIG DATA: MÁS ALLÁ DE LA TECNOLOGÍA... TRANSFORMACIÓN

Como hemos visto, disponer de la información de contexto adecuada para la toma de decisiones es fundamental para mejorar la gestión de la ciudad y la calidad de vida de sus ciudadanos. Sin embargo, la implantación de soluciones *Big Data* va más allá de la tecnología y sus dimensiones de Volumen, Velocidad, Variedad y Veracidad; supone una impor-

FIGURA 11
LAS NUEVE PALANCAS SON CAPACIDADES QUE HACEN POSIBLE Y MEJORAN EL DESARROLLO, LA GENERACIÓN DE ANALÍTICA Y CREACIÓN DE VALOR



FUENTE: IBM. Institute for Business Value.

tante transformación que requiere cambios operativos y organizativos; y todo ello alineado con los objetivos estratégicos de creación de valor para la ciudad.

Cada ciudad es diferente y sus objetivos estratégicos varían para cada una de ellas. Sin embargo, la mayoría comparte problemas y retos similares, siendo los principales focos de atención el tráfico y transporte público, la seguridad ciudadana y reducción de índices de criminalidad, la gestión energética, el ciclo integral del agua y la gestión de residuos urbanos. Al mismo tiempo, además de gestionar la actividad diaria de la ciudad, persiguen objetivos de desarrollo económico mediante la creación o atracción de actividad económica que amplíen y mejoren su tejido empresarial; muy orientado actualmente a la creación de empleo. Y muchas se enfrentan a estos grandes retos con infraestructuras tecnológicas antiguas y obsoletas, silos de información y procesos muy burocráticos en los que no se colaboran entre las distintas concejalías y organismos, falta de objetivos comunes alineados para toda la ciudad, que complican enormemente acometer nuevas iniciativas de valor global para la ciudad.

El concepto de *Smart City* puede ayudar a estructurar un enfoque global para responder a estos grandes retos. En las definiciones que veíamos antes, la *Smart City* es una solución que con el apoyo de la tecnología, abarca la transformación de la ciudad de forma sostenible y escalable, con apertura a los ciudadanos y negocios y con transparencia en la gestión. Una de las principales palancas del crecimiento sostenible es implantar una cultura de la innovación y fomentar la colaboración e involucración de los ciudadanos y empresas en los problemas diarios de la ciudad y en la búsqueda e implantación de soluciones. Los ciudadanos, con el nivel actual de

acceso a la tecnología de la sociedad, son los principales «sensores» que tienen actualmente a su disposición los gestores municipales.

IBM ha realizado un estudio muy interesante y revelador, que concluye que las empresas de mayor éxito aplican de manera sistematizada iniciativas de analítica de datos en toda su organización para tomar decisiones más informadas e inteligentes, actuar con mayor rapidez y optimizar los resultados (46). Pero, más allá de la tecnología, existe una cuestión fundamental que responder: ¿cómo pueden las organizaciones rentabilizar sus inversiones en analítica aprovechando la cantidad de datos existente y su rápido crecimiento? El estudio de IBM concluye que hace falta una coordinación adecuada entre estrategia, tecnología y estructura organizativa.

Las estrategias de implantación de la analítica deben ayudar a cumplir los objetivos empresariales más importantes; la tecnología existente tiene que sustentar la estrategia de analítica; y la cultura de la organización ha de evolucionar para que el personal adopte esta tecnología. La correcta coordinación entre estas tres dimensiones claves es necesaria para generar resultados tangibles.

IBM identifica nueve palancas que permiten a las organizaciones generar valor a partir de un volumen de datos en constante crecimiento proveniente de diversas fuentes; un valor que resulta del conocimiento que se ha generado y de las acciones adoptadas en todos los niveles de la organización (47).

Estas nueve palancas representan los conjuntos de capacidades que más diferenciaban a los líderes de los demás encuestados:

✓ **Cultura:** disponibilidad y uso de datos y análisis en la organización

✓ **Datos:** estructura y formalidad de los procesos de gobierno de datos de la organización y de la seguridad de sus datos

✓ **Conocimientos:** desarrollo de competencias y capacidades de gestión y analítica de datos, así como acceso a las mismas

✓ **Financiación:** rigor financiero del proceso de financiación de los análisis

✓ **Medición:** evaluación del impacto sobre los resultados de negocio

✓ **Plataforma:** capacidades integradas proporcionadas por el hardware y el software

✓ **Fuente de valor:** acciones y decisiones que generen resultados

✓ **Patrocinio:** apoyo e implicación de la dirección

✓ **Confianza:** confianza de la dirección

Las conclusiones de este estudio de IBM son totalmente aplicables a las corporaciones municipales y a todo su ecosistema de empresas y organismos, que deben alinear sus objetivos estratégicos, la tecnología y su estructura organizativa; más allá de ciclos electorales que no harían viable la implantación y adopción de una verdadera cultura de la innovación.

Factores críticos de éxito ↓

Compromiso de los dirigentes municipales. Como toda transformación (y la implantación de soluciones *Big Data* requiere una importante transformación para poder tener éxito), la implantación de soluciones *Big Data* como palanca tecnológica necesaria para el desarrollo de la *Smart City*, requiere un fuerte compromiso de los dirigentes municipales al máximo nivel para superar las barreras al cambio que aparecerán durante su implantación y despliegue.

Las restricciones políticas o limitaciones ejecutivas son el principal factor limitante para la obtención de mayor valor de las iniciativas de analítica de datos. El 62% de las organizaciones indica estas limitaciones como el principal obstáculo para la puesta en valor de los datos; aunque lo que diferencia a las líderes es una pauta visible de puesta en marcha de procesos que minimizan estas limitaciones (48).

Cultura de confianza y colaboración. Para tener éxito en la implantación de analítica *Big Data* en la *Smart City* es fundamental implantar la cultura de la confianza y la colaboración en el ADN en todos los niveles de la organización municipal, en todos los organismos y agencias y extenderlo al ecosistema de empresas y ciudadanos que participan.

La confianza afecta directamente a la capacidad de una organización de extraer valor de los datos; o mejor dicho, la falta de confianza es uno de los obstáculos más importantes para la generación de valor.

Los casos de uso de la *Smart City* que aportan mayor valor con aquellos que se construyen con datos e información de fuentes muy diversas, que proporcionan la visión global y completa que podremos convertir en conocimiento para mejorar la actuación y servicios municipales. Las ciudades no siempre tienen a su disposición toda la información necesaria. Sin la colaboración del ecosistema completo de ciudadanos y empresas, organismos y empresas municipales, etc. los casos de uso de la *Smart City* verán limitado su generación de valor.

Dueños de la información: En muchos casos nos encontramos que las distintas áreas de la ciudad se sienten dueños de los datos que gestionan o capturan, gestionan sus propios procesos y no existe una cultura de la «colaboración transparente». Con colaboración transparente me refiero a que los datos e información estén disponibles para todo el ecosistema municipal, en un modelo de Datos Abiertos.

Por otro lado, muchos servicios municipales son realizados por empresas privadas que disponen de mucha información que no se proporciona a la corporación municipal, más allá de los indicadores de gestión, los datos operativos que permitan medir los acuerdos de nivel de servicios y la información exigida en los pliegos correspondientes. Actualmente se está reconociendo el valor de disponer de toda la información para tener mayor control y conocimiento de los procesos, y de esta forma poder realizar mejoras y elaborar mejores pliegos en futuras licitaciones. La tendencia actual es incluir en los pliegos la obligatoriedad de proporcionar toda la información disponible, que pasa a ser propiedad de la ciudad. Esta situación hace que desarrollar casos de uso de valor o iniciativas innovadoras que impliquen a diferentes áreas o empresas, o necesiten información de diferentes fuentes requiera mucho esfuerzo y desgaste que no aporta ningún valor, consume muchos recursos y ralentiza su progreso.

Tanto la información histórica como la generada y capturada diariamente en los procesos y servicios municipales pertenecen o son gestionados por la ciudad. Debe existir un modelo de gobierno y gestión de la información que garantice por un lado la seguridad y privacidad y por otro la calidad y fiabilidad; que permita poner la información disponible a disposición del ecosistema municipal para obtener el mayor valor de su utilización.

Fuente de valor. Las capacidades analíticas proporcionadas por las soluciones *Big Data* son enormes. Pero solo tienen sentido si se enfocan en la creación de valor para la ciudad. Por tanto, antes de acometer cualquier iniciativa, es fundamental entender los objetivos estratégicos de la ciudad e identificar el valor que aporta el *Big Data* para su consecución. Las organizaciones que obtengan más valor del *Big Data* serán aquellas que entiendan claramente cuál es la fuente de ese valor y dirijan sus esfuerzos en consecuencia. Casi la mitad de las empresas líderes seña-

lan que los datos y su análisis influyen significativamente en las estrategias de negocio y los resultados operativos de sus organizaciones. La quinta parte más destacada de estos líderes basa sus decisiones de negocio en información proporcionada por la analítica de datos. Tras la medición de los resultados, la mayoría rentabiliza su inversión en analítica de datos en menos de 12 meses, llegando a ser menor de 6 meses en el 40% de las empresas líderes (49).

Capital humano: conocimientos. Las iniciativas *Smart Cities* y los proyectos de *Big Data* son aún muy recientes. Actualmente existe un déficit importante a nivel global de profesionales formados y con experiencia en estas tecnologías, que puede ser uno de los principales obstáculos para la implantación de analítica de datos *Big Data* en la *Smart City*.

IBM destaca que una tercera parte de las organizaciones citaron la falta de competencias para analizar y convertir los datos en acciones significativas como el escollo más importante para mejorar el uso de técnicas analíticas en sus organizaciones (50). Y se espera que este problema se agrave. Según Gartner, en 2015 la demanda de perfiles analíticos y de datos ascenderá a 4,4 millones de empleos en todo el mundo, de los cuales solamente se cubrirá una tercera parte (51).

Puede ser muy interesante para las ciudades y organizaciones promover iniciativas de educación, atracción de talento y creación de proyectos empresariales en esta área de la analítica de datos y *Smart City*. Las ciudades y organizaciones que conscientes del valor y las cualidades inherentes de estos recursos tomen la iniciativa podrán generar riqueza y puestos de trabajo de alta cualificación en un sector de gran futuro, y podrán disponer del capital humano necesario para desarrollar casos de uso y aplicaciones *Smart City* y *Big Data* de gran valor añadido.

NOTAS †

- [1] Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI): http://www.redciudadesinteligentes.es/sobre-la-red/quienes-somos/ampliar.php/ld_contenido/301/v/0/
- [2] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073)
- [3] IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209)
- [4] Ibid
- [5] IDC Government Insights: Smart Cities Strategies: #G1243301. «Business Strategy: Smart City Essentials - Six Ways to Drive Innovation in Your City»
- [6] IDC Government Insights' Worldwide Smart City Taxonomy, 2014.
- [7] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073).
- [8] IBM Institute for Business Value: Analítica de datos: un proyecto de generación de valor.
- [9] «Gartner Predicts 2013: Information Innovation». Gartner Research. 14 de diciembre de 2012. G00246040, página 2, «Strategic planning assumptions».

- [10] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070
- [11] IBM Redpaper publication, Smarter Analytics: Information Architecture for a New Era of Computing, SG24-5012. <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5012.html>
- [12] «Apply new analytics tools to reveal new opportunities», IBM Smarter Planet website, Business Analytics page. http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/business_analytics/article/it_business_intelligence.html
- [13] John Gantz and David Reinsel, «The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East». IDC, for EMC Corporation, December 2012. <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-2020.pdf>
- [14] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070
- [15] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073).
- [16] IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209).
- [17] Ibid.
- [18] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073).
- [19] Gartner: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2621015>
- [20] ABI Research: <https://www.abiresearch.com/press/more-than-30-billion-devices-will-wirelessly-conne>
- [21] Red.es: Decálogo Reutilizador de datos del sector público. http://datos.gob.es/sites/default/files/decalogo_reutilizador.pdf
- [22] IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209)
- [23] www.data.gov
- [24] The McKinsey Global Institute: Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information.
- [25] IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209).
- [26] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070.
- [27] IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).
- [28] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070.
- [29] Ibid.
- [30] IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- [31] DC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).
- [32] Divyakant Agrawal, Philip Bernstein, Elisa Bertino, et al. «Challenges and Opportunities with Big Data». Princeton University white paper, 2012. <http://www.purdue.edu/discoverypark/cyber/assets/pdfs/BigDataWhitePaper.pdf>
- [33] IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- [34] IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).
- [35] IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- [36] IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135)-
- [37] IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- [38] Dwaine Snow «Adding a 4th V to BIG Data - Veracity». Blog: Dwaine Snow's Thoughts on Databases and Data Management, 2012. <http://dsnowondb2.blogspot.com/2012/07/adding-4th-v-to-big-data-veracity.html>
- [39] IBM Redpaper publication, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070
- [40] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073)

- [41] IBM Institute for Business Value: Analítica de datos: un proyecto de generación de valor.
- [42] IDC Government Insights' Worldwide Smart City Taxonomy, 2014.
- [43] IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).
- [44] Gartner. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073).
- [45] Ibid.
- [46] IBM Institute for Business Value: Analítica de datos: un proyecto de generación de valor.
- [47] Ibid.
- [48] Ibid.
- [49] Ibid.
- [50] Ibid.
- [51] «Gartner's Top Predictions for IT Organizations and Users, 2013 and Beyond: Balancing Economics, Risk, Opportunity and Innovation». Gartner Research. 19 de octubre de 2012.

BIBLIOGRAFÍA ▼

RED ESPAÑOLA DE CIUDADES INTELIGENTES (RECI): http://www.redciudadesinteligentes.es/sobre-la-red/quienes-somos/ampliar.php/Id_contenido/301/v/0/

IBM INSTITUTE FOR BUSINESS VALUE: Analítica de datos: un proyecto de generación de valor. http://www.ibm.com/midmarket/es/es/att/pdf/Analitica_de_datos_para_pymes.pdf

IBM REDPAPER PUBLICATION, Performance and Capacity Implications for Big Data, REDP-5070. <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5070.html>

IBM REDPAPER PUBLICATION, Smarter Analytics: Information Architecture for a New Era of Computing, SG24-5012. <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5012.html>

IBM. The four V's of Big Data. <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>

GARTNER. Market Trends: Business Intelligence Platforms Key to Managing Big Data in Smart Cities (G00225073)

GARTNER: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2621015>

ABI Research: <https://www.abiresearch.com/press/more-than-30-billion-devices-will-wirelessly-conne>

IDC Government Insight: Worldwide SmartCity 2013 Top 10 Predictions (#G1239209).

IDC Government Insights: Smart Cities Strategies: #G1243301. «Business Strategy: Smart City Essentials - Six Ways to Drive Innovation in Your City».

IDC Government Insights' Worldwide Smart City Taxonomy, 2014.

«GARTNER Predicts 2013: Information Innovation». Gartner Research. 14 de diciembre de 2012. G00246040, página 2, "Strategic planning assumptions".

IDC White Paper: Big Data: Trends, Strategies, and SAP Technology (#236135).

THE MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE: Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/open_data_unlocking_innovation_and_performance_with_liquid_information

RED.ES: Decálogo Reutilizador de datos del sector público. http://datos.gob.es/sites/default/files/decalogo_reutilizador.pdf

«Apply new analytics tools to reveal new opportunities», IBM Smarter Planet website, Business Analytics page. http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/business_analytics/article/it_business_intelligence.html

JOHN GANTZ and DAVID REINSEL: «The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East». IDC, for EMC Corporation, December 2012 <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-2020.pdf>

DIVYAKANT AGRAWAL, PHILIP BERNSTEIN, ELISA BERTINO, et al. «Challenges and Opportunities with Big Data». Princeton University white paper, 2012. <http://www.purdue.edu/discoverypark/cyber/assets/pdfs/BigDataWhitePaper.pdf>

DWAINE SNOW: «Adding a 4th V to BIG Data - Veracity». Blog: Dwaine Snow's Thoughts on Databases and Data Management, 2012. <http://dsnowondb2.blogspot.com/2012/07/adding-4th-v-to-big-data-veracity.html>

«Gartner's Top Predictions for IT Organizations and Users, 2013 and Beyond: Balancing Economics, Risk, Opportunity and Innovation». Gartner Research. 19 de octubre de 2012.

LAS TIC Y LA GESTIÓN DE LOS DESAFÍOS DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DE LAS CIUDADES INTELIGENTES

LEONARDO BENÍTEZ

MARIANO ORTEGA

Indra

Según el EuroStat (1), la Unión Europea cuenta en la actualidad con una población aproximada de 507 millones de personas. Aunque es apreciable un envejecimiento progresivo, se estima que en 2040 esta cantidad habrá crecido a 526 millones. El 68% de esta población vive en torno a grandes núcleos urbanos como París, Londres, Berlín o Madrid. Teniendo

en cuenta que la capacidad energética europea es de unos 902 GW (2) cerca del 70% se consume en estas grandes ciudades.

Es importante recordar que, gracias al análisis macroeconómico de la productividad realizado en los últimos veinticinco años (3), la aportación de la energía al desarrollo industrial ha permitido explicar al menos el 86% del crecimiento de las economías actuales. Su implicación en el desarrollo humano en general se hace más palpable en el ámbito urbano, donde la dependencia del suministro de energético es un componente crítico y sustenta casi todas las actividades y servicios básicos: seguridad, transporte, comunicaciones, suministro de agua, calefacción o comercio, entre otros.

Una de las características que define a las Ciudades Inteligentes (CIs) es su capacidad para gestionar de forma coordinada todos estos servicios municipales, poniendo a disposición de sus ciudadanos un entorno sostenible, tanto desde un punto de vista medioambiental como económico, para que estos vivan y desempeñen sus actividades laborales y de ocio. La infraestructura energética es, sin lugar a dudas, una de

las más importantes para una ciudad moderna. Constituye un hecho indiscutible que se ha puesto de manifiesto en al menos 40 grandes apagones (fortuitos o provocados) en distintos lugares del mundo, un ejemplo de los cuales es el de New York en 1977, que afectó a 10 millones de personas durante 25 horas.

Como se deduce de la característica mencionada anteriormente, uno de los retos centrales en una CI es la reducción del impacto medioambiental al tiempo que mantiene el desarrollo económico y mejora la calidad de los servicios que brinda a sus ciudadanos. Las redes eléctricas inteligentes (REIs) y los servicios que estas prestan a las infraestructuras que las utilizan son críticas para esa visión. Entre las nuevas funcionalidades de las REIs, que actualmente ya están modificando el modo de gestionar la energía en nuestras ciudades, cabe mencionar las siguientes:

- **Extensión de la medida eléctrica, la sensorización y la monitorización.** El despliegue de nuevos medidores, sensores y equipos de monitorización en las ciudades actuales proporcionan una visión detallada de los patrones de consumo en la ciudad permitiendo optimizar los recursos necesarios para satisfacerlos.

- **Gestión de la demanda.** Los activos mencionados anteriormente permiten la creación de programas de gestión de la demanda que facilitan a los ciudadanos la toma de decisiones de consumo encaminadas a la reducción de los costes energéticos y de la huella de carbono.

- **Programas de eficiencia energética.** Ya es posible la monitorización del consumo a nivel residencial, industrial y de edificio (público y privado).

- **Integración de fuentes renovables.** Se pueden integrar fuentes de generación distribuida, en particular la generación fotovoltaica y la proveniente de otras fuentes no convencionales presentes en el subsuelo de las ciudades (red de agua, energía térmica asociada a infraestructuras, residuos, energía geotérmica), con la consiguiente repercusión en la disminución del impacto ambiental. Estos nuevos modos de generar energía son cada vez más baratos y accesibles a los ciudadanos y comunidades.

Como características y funcionalidades futuras de las CIs, que actualmente se encuentran en un avanzado proceso de maduración, es importante señalar:

- **Almacenamiento distribuido.** Se podrán gestionar las nuevas tecnologías de almacenamiento distribuido y la demanda proveniente de la infraestructura de carga de los vehículos eléctricos. Este almacenamiento distribuido será de una granularidad cada vez mayor y facilitará que cada usuario o comunidad de usuarios pueda llegar a almacenar energía para un período razonable de tiempo.

- **Integración global.** Se podrán coordinar los sistemas de gestión de energía con el resto de infraestructuras de la ciudad, incluyendo sistemas de transporte electrificados, sistemas de gestión de edificios (BMS) y sistemas de gestión sanitaria y de atención a los ciudadanos dependientes, entre otros. La integración global se concibe desde el concepto más amplio de Internet de las Cosas (Internet of Things, o por sus siglas IoT) que posibilita la conexión de todos los activos disponibles en las ciudades en los ámbitos citados como elementos interoperables que pueden colaborar en la prestación de los servicios de forma más óptima y sostenible.

LA EVOLUCIÓN DE LAS TICs Y LAS REDES INTELIGENTES †

La proliferación y operación de las futuras REIs será posible gracias a la aplicación masiva de tecnologías de la información y a los avances en investigación básica como elementos de soporte a un nuevo mix de generación e integración de la energía en las redes. Como hemos mencionado anteriormente, esta segunda tendencia tendrá foco en el uso de las energías renovables y en los nuevos medios de almacenamiento.

En el nuevo escenario de generación y almacenamiento distribuido, las TIC deben apoyar la nueva for-

ma de diseño de las redes eléctricas y de los mecanismos de operación que se encaminan a asegurar su estabilidad. Esta estabilidad se cimentará en la integración a nivel continental de los flujos de la energía que resulta de la generación distribuida y la creación de mercados supranacionales; el uso de redes híbridas en el transporte (AC/DC) y en la generalización de los sistemas FACTS (*Flexible AC Transmission Systems*). Además de propiciar este nuevo mecanismo de operación, se espera que los sistemas TIC sean capaces de gestionar la ingente cantidad de información que se producirá en las REIs, proporcionando mecanismos de decisión avanzados que permitan asegurar no sólo la estabilidad, también una adecuada gestión de eventos y situaciones de alarma y emergencia.

Tras la primera generación de soluciones TIC orientadas a las REIs, asistimos hoy a la incipiente adopción de tecnologías más innovadoras que constituyen un salto cuantitativo en la consecución de este nuevo esquema de operación. Los casos más significativos tal vez sean los siguientes:

- **Internet de las Cosas.** Internet de las Cosas (*Internet of Things*, o simplemente IoT), expresión acuñada por Kevin Ashton (MIT) alrededor de 1995, es un concepto muy amplio y difuso, aunque de forma general, podemos definirlo como el uso masivo y exponencial de dispositivos de sensorización y actuación de bajo coste (generalmente basados en chip de 8 bits) conectados a redes IPv6. Este conjunto de sensores recubren o modelizan técnicamente (*technical overlays*) cualquier dispositivo, máquina y en general objeto que pueda intervenir en la prestación de un servicio o ejecución de un proceso. Gracias a la recogida de esta información es posible controlar, monitorizar y optimizar el rendimiento operacional de cualquier infraestructura o sistema.

- **Fog/Edge/Local Grid Computing.** Como paso adicional a la simple recogida de datos propuesta en el contexto del IoT, comienzan a aparecer tecnologías que permiten el despliegue sobre las redes de elementos de procesamiento inteligente y detección avanzada de patrones en tiempo real empleando motores de reglas (*Business Rules Management Systems*, o por la siglas BRMS) o motores de eventos y *streams* (*Complex Event Processing/Event Streams Processing*, o por sus siglas CEP/ESP). Estos elementos pueden actuar y reaccionar de forma local a eventos programados y no planificados, tomando decisiones en entornos M2M donde la intervención humana no es posible. Dado que los estos elementos tienen una capacidad avanzada para la interacción y colaboración autorganizativa en la modificación de los parámetros y magnitudes de los dispositivos que controlan, comienzan a recibir el nombre de Sistemas Ciber Físicos (*Cyber-Physical Systems*, abreviado como CPS).

- **Social Machines & Social Networks.** Los nuevos canales de comunicación, como las redes sociales,

permiten fomentar la relación entre las empresas y sus clientes, promoviendo nuevas formas de colaboración y favoreciendo la implantación del nuevo esquema de *prosumición*, esenciales para los nuevos esquemas de mercado energético.

- **Cloud Provisioning.** El desarrollo de modelos y herramientas que se proveen en modalidad SaaS se está convirtiendo en el estándar en la prestación de servicios, como es el caso de la eficiencia energética en el sector residencial. Los clientes que desean acceder a los servicios energéticos avanzados no requerirán de la instalación de software en modalidad *premise*, será suficiente con el acceso o integración con los servicios provistos en remoto por las empresas energéticas.

- **Business intelligence/Business Analytics/Big Data.** Las soluciones para el tratamiento de grandes volúmenes de datos han tenido en los últimos cinco años un desarrollo exponencial en el mundo de las TIC, en gran medida motivado por el abaratamiento *hardware* y por el aumento de la integración y la exploración de nuevos paradigmas de representación de datos, más orientados al proceso real que las máquinas necesitan hacer de ellos que a la comprensión y representación humana. Así, las técnicas No-SQL son hoy en día una pauta en el terreno del *Big Data* y sus extensiones de procesamiento (bien en entornos propietarios apoyados por appliances específicos bien en frameworks open source) se constituyen como las técnicas más aplicadas para el BI y BA en la minería de datos.

La relación de las TICs con el sector energético constituye la base de la nueva infraestructura que posibilita lo que muchos llaman la «Tercera Revolución Industrial». El desarrollo de esta relación TICs-Energía establecerá cómo se va a repartir el poder en el siglo XXI (4).

LA SEGURIDAD DE SUMINISTRO Y LAS REDES INTELIGENTES

En un contexto de continuo cambio, las CIs se encuentran en este momento bajo la presión de diferentes factores internos y externos que requieren una nueva aproximación al diseño y despliegue de los sistemas y plataformas que proporcionan los servicios municipales. El rápido crecimiento demográfico (en las siete últimas décadas la población mundial se ha triplicado) y la influencia del cambio climático (especialmente las fuertes migraciones que está produciendo y los violentos fenómenos meteorológicos), requieren CIs que puedan adaptarse rápidamente a cualquier modificación y eventualidad. Esta característica es comúnmente identificada con el término «Resiliencia». Procedente de la psicología y la tecnología de materiales, la «Resiliencia» significa volver a la normalidad, y es un término derivado del latín (del verbo *resilio*, *resillire*: «saltar hacia atrás, rebotar»). Es decir, la resiliencia es la capacidad de volver al estado natural, especialmente después de alguna situación crítica e inusual.

Las REIs deben ser capaces de auto-curarse (*self-healing*) ante una situación adversa, dado que en las nuevas condiciones no sería posible confiar esto a un proceso manual debido a la cantidad ingente de información que sería necesario procesar para tomar decisiones de maniobras o descargos en la red. Esta red debe ser capaz de gestionar:

- **La integración de generación distribuida** de forma masiva y efectiva, favoreciendo la combinación de fuentes de generación renovable y aprovechando su capacidad distribuida para lograr una distribución eléctrica más efectiva.

- **El aprovechamiento de la flexibilidad en el consumo eléctrico**, dinamizando los patrones de consumo urbano e integrando a los consumidores urbanos en la operación de la red de distribución con el objeto de maximizar la eficiencia del sistema eléctrico.

- **La introducción de nuevos agentes y mercados** que permitan el intercambio dinámico de energía y servicios de energía entre distintos puntos de generación y los consumidores.

- **La transformación de las redes de distribución** desde el punto de vista de operación y arquitectura para permitir una operación más flexible y dinámica, adaptando de forma continua la operación de la red a las condiciones cambiantes de generación y demanda asegurando una operación fiable y segura.

La Unión Europea estableció su Plan Estratégico para Tecnologías Energéticas (SET- Plan (*Strategic Energy Technology Plan*)) (5) como pilar de la investigación e innovación de la política energética europea para dar respuesta a estos retos. Este marco estratégico fija el horizonte de 2020 como prioritario para el desarrollo y validación de nuevas tecnologías y servicios energéticos que den una solución integrada a los retos de fiabilidad y eficiencia en el ámbito urbano, integrando de forma accesible a los ciudadanos en la gestión energética.

Como respuesta a estos objetivos estratégicos, las principales líneas de desarrollo tecnológico en la que se están focalizando los esfuerzos de la industria son las siguientes:

- **Tecnologías para la monitorización y automatización de la red**, que faciliten una operación adaptativa y dinámica. Estas tecnologías permiten, a través de nuevas capas de instrumentación y análisis automático, un control y análisis en tiempo real de los parámetros de funcionamiento eléctrico de la red en los niveles de media y baja tensión presentes en el ámbito urbano.

A partir de los resultados del análisis de la operación de la red, los sistemas de operación identifican riesgos e ineficiencias y actúan sobre los elementos de control de la red y coordinan consumidores y generadores conectados en una estrategia integrada.

Por su parte los sistemas y redes de distribución actuales cuentan con una capacidad de monitorización y respuesta muy limitada en los niveles de Media y Baja Tensión que obliga a operar con márgenes significativos de seguridad, reduciendo la eficiencia del suministro eléctrico y alargando los tiempos de respuesta en condiciones de fallo.

• **Infraestructuras de medida inteligente Smart Metering**, que permiten a los consumidores conocer su consumo y generación instantánea y, a partir de este conocimiento y la evolución de los precios de energía, adaptar sus tarifas y patrones de consumo para minimizar la factura eléctrica.

Desde el punto de vista de los operadores, la información detallada procedente de las infraestructuras de contadores inteligentes facilita un mayor control de los flujos de energía y una mejor previsión de su evolución.

Desde el punto de vista de las comercializadoras de energía, la información de contadores inteligentes les permite ofrecer a sus clientes servicios personalizados y prever con mayor precisión las necesidades de energía futuras.

• **Plataformas intercambio de servicios energéticos**, que impulsen el intercambio y aprovechamiento hasta el nivel del ciudadano de posibles flexibilidades dinámicas en consumo eléctrico o de intercambio de excedentes de generación, favoreciendo intercambios de energía desde el nivel del edificio, hasta el nivel de barrio o de ciudad.

Por ejemplo, un domicilio con paneles fotovoltaicos que en determinado momento no esté consumiendo la totalidad de su generación puede vender el exceso a otro domicilio en el mismo barrio.

A través de estas plataformas se podrían casar estas flexibilidades individuales o bien se podrían agregar y casar a través de agentes especializados, ofreciendo estos servicios energéticos a operadores de la red o en el propio mercado eléctrico.

La combinación de estas plataformas con sistemas domóticos de eficiencia energética permitiría a los hogares optimizar de forma continua su suministro y generación eléctrica.

Las líneas tecnológicas descritas se encuentran ya en estadios muy avanzados y, en la mayor parte de los casos, en fase de pilotaje y validación. Una vez demostrada la viabilidad tecnológica de las soluciones para la gestión eléctrica integrada en el ámbito de las ciudades, el siguiente reto a resolver es la adaptación de los marcos regulatorios para permitir estos nuevos modos de operación de las nuevas redes de distribución inteligentes.

La medida inteligente

Las grandes inversiones que se están haciendo en el despliegue de medidores inteligentes (*smart meters*)

proveerá a las ciudades con una plataforma para implementar medidas de eficiencia energética, nuevos servicios a clientes y optimización de red. La Medida Inteligente o *Smart Metering* implica todos los elementos que permiten medir, almacenar y enviar las variables eléctricas medidas a un gestor de la medida. Además de esta función, muy relacionada con la medida usada para la facturación del consumo, los datos de los Smart Meters deben ser empleados como ayuda a la explotación del sistema: las variaciones de tensión, las interrupciones del servicio o las medidas de potencia reactiva, por ejemplo, generan señales de alerta al gestor de la red.

Además, y gracias a las comunicaciones asociadas, los *Smart Meters* pueden cumplir también funciones de control. Las acciones más usuales en este ámbito pueden ser la conexión y desconexión del servicio producto de impagos, detección de fraudes y la utilización de estos dispositivos para gestión de la demanda en caso de restricciones técnicas en la red. La denominación de *Smart Meters* está relacionada con el hecho de que esta nueva generación de contadores electrónicos registra un número de magnitudes mayor al de los contadores electromecánicos que, únicamente, registraban consumos de energía activa totalizados. La nueva generación de Smart Meters mide registros tales como la potencia y energías activas y reactivas, tanto si el cliente es un consumidor neto de energía como si éste es un generador neto en determinados periodos de tiempo (generación distribuida). Otras magnitudes eléctricas no relacionadas con el consumo para facturación pero sí necesarias para conocer el estado de la red eléctrica (tensiones, intensidades por fase, etc.) también son medidas y registradas en las memorias de estos dispositivos.

Una de las características más destacables es que estos *Smart Meters* disponen de funcionalidad ToU (*Time of Use*), es decir, no registran únicamente el último valor o el valor acumulado en el momento de su lectura, si no que generan y mantienen en su memoria, como dispositivos electrónicos, la evolución de estas medidas en función del tiempo. Esta funcionalidad de dimensión temporal les permite también parametrizar períodos tarifarios. Los equipos de medida inteligente, en la práctica, se han convertido en sensores de la red, dada también su capacidad de registrar eventos/alarms relacionadas con la calidad de servicio o el intento de fraude, por ejemplo. En muchos casos, no son únicamente sensores pasivos y es muy habitual que dispongan de un relé interno programable de corte con la funcionalidad de:

- Actuar como limitador de potencia, en el caso de que la potencia consumida exceda la potencia contratada en el periodo tarifario en curso.
- Ejecutar los comandos de conexión/desconexión del servicio (es el caso de impagos, por ejemplo).
- Actuar como limitador de potencia en las aplicaciones de gestión de la demanda.

Finalmente, siendo este el punto que extrae el mayor valor a todas las características anteriores, es importante destacar que los *Smart Meters* están dotados de comunicaciones, por lo que toda esta gestión, más allá de la propia lectura de los consumos para facturación, se realiza de manera remota. Mientras que en la funcionalidad de los *Smart Meters* mencionada anteriormente hay cierta homogeneidad, en las comunicaciones asociadas a estos dispositivos existe una amplia diversidad de soluciones y tecnologías, algunas muy de uso «cotidiano» apoyadas en un operador de comunicaciones (GSM, GPRS, etc.), y otras al margen de los operadores de comunicaciones (RF MESH, PLC, etc.). Esta diversidad, configura redes muy distintas, diversos casos de uso que varían por país, y rendimientos muy diferentes. La elección de una u otra opción es un criterio de coste y criticidad en el tiempo requerido para obtener el dato. En países con consumos elevados de electricidad por el cliente doméstico medio, el coste para dotar y conectar los millones de *Smart Meters* a través de los servicios de un operador de comunicaciones queda diluido en el coste de la energía consumida. Sin embargo, en países con un consumo eléctrico bajo para un cliente doméstico medio, estas soluciones han sido sustituidas por otras que reducen el coste real de las comunicaciones, como el PLC o soluciones de radio. Esta disminución del coste suele proporcionar viabilidad a la explotación de las nuevas infraestructuras y al propio proyecto de implantación.

Dado que el *Smart Meter* se convierte en un sensor dentro de la red de distribución eléctrica y un equipo de comunicaciones dentro de una red de comunicaciones, a toda esta infraestructura se la denomina normalmente AMI (*Advanced Metering Infrastructure*) y al conjunto de procesos que permiten gestionarla AMM (*Advanced Metering Management*). El gestor de la medida, desde sus sistemas centrales, dispone de los sistemas TI para obtener, a través de esta infraestructura AMI, los datos de los *Smart Meters* mediante sistemas de recolección de datos (*Meter Data Collector*). Asimismo, puede ahora poner a disposición del usuario información detallada de sus consumos y, mediante estructuras tarifarias que son programables en los *Smart Meters*, gestionar la demanda trasladando las señales de precio de la energía vs. tiempo

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ↓

Como hemos comentado, el concepto de *Smart City* es muy amplio y abarca otros ámbitos además de la eficiencia energética, pero sin duda, este es uno de sus pilares. Ciudades que han invertido en tecnología y telecomunicaciones para convertirse en una *Smart City*, especialmente en este ámbito, son Boulder y Columbus en Estados Unidos, Masdar en Dubai y Málaga en España.

Entendemos eficiencia energética, de acuerdo a la caracterización del Club Español de la Energía, como la obtención de energía con:

- Menor impacto en el medioambiente y los recursos naturales (menores emisiones de gases efecto invernadero, disminución de las pérdidas de energía/agua).
- Sostenible a largo plazo (garantizar la seguridad de suministro, mantener el progreso y el bienestar social mejorando la competitividad).
- Más barata (menor dependencia de las importaciones, reducción de costes sociales y económicos).

Tratando de traducir esto al entorno de las CIs, (en las ciudades se consume 2/3 de la energía total del planeta, se genera el 80% del CO₂ y el 60% del agua potable se desaprovecha en las redes de distribución), el objetivo de una *Smart City* en cuanto a eficiencia energética está bien definido por la meta: «demostrar cómo es posible conseguir, con el desarrollo de estas tecnologías, un ahorro energético del 20%, así como una reducción de emisiones de más de 6.000 (6)⁶ toneladas de CO₂ al año». Sus ejes de actuación son:

- Autogeneración y almacenamiento de energía de origen renovable (*Smart Generation and Storage*) que garantiza el menor impacto y la sostenibilidad a largo plazo.
- Gestión eficiente del uso final de la energía (*Smart Energy Management*)

Adicionalmente, este objetivo está orientado a informar a la ciudadanía para que tome conciencia y se comprometa con un uso responsable (*Smart and Informed Customer*). La tecnología se convierte pues en la clave de las *Smart Cities*, permitiendo al ciudadano saber con qué servicios puede contar y cómo puede sacar el máximo provecho de ello. Por todo ello, estas tecnologías deben adaptarse a las necesidades de cada país y atender a toda la cadena de valor energética:

- Generación y transporte → Mejora del rendimiento en la generación de electricidad, calor y agua.
- Consumo → Mejora la demanda de los diferentes sectores (*smart buildings*, *smart logistics*, telemetría en automóviles, la monitorización de tráfico en tiempo real para detectar y prevenir atascos informando a los conductores sobre el estado de las vías de circulación, el envío de mensajes de emergencia en caso de accidente, la monitorización de mercancías peligrosas o la monitorización ambiental.)

Algunas tecnologías no están suficientemente maduras para que resulten rentables desde el primer momento, por lo que su comercialización no es capaz de compensar los costes de desarrollo de producto. Cada país tiene que apuntar a desarrollar la tecnología que le permita alcanzar economías de escala que contribuya al desarrollo económico y social.

LA MOVILIDAD ELÉCTRICA ▾

El sector de transporte en España es responsable del 40% del consumo de energía final y de la generación de más de la cuarta parte de las emisiones totales de CO₂. Estas actividades de transporte realizadas en los entornos urbano y periurbano representan el 50% del total de la movilidad de mercancías y personas. A la vista de los anteriores datos, las mejoras en la huella energética y ambiental de este sector representan un gran impacto en la sociedad.

El nuevo impulso que el vehículo eléctrico ha tenido desde hace apenas cinco años supone una oportunidad para:

- Mejorar la calidad ambiental al reducir las emisiones tanto de gases de efecto invernadero como de contaminantes o partículas. El vehículo eléctrico no genera emisiones durante su uso, ni su motor contamina acústicamente.
- Mejorar la eficiencia energética global, teniendo en cuenta el *mix* español de generación eléctrica actual. Los motores eléctricos son más eficientes que los de combustión interna. El rendimiento del pozo a la rueda (*Well to Wheel*) de la tracción con motor de combustión interna no llega al 20%. En el caso del motor eléctrico es próximo al 30%.

El entorno urbano es el escenario natural para el uso del vehículo eléctrico teniendo en cuenta la tecnología de almacenamiento de energía en baterías disponible a corto y medio plazo basada en la química del litio. La propulsión de los vehículos a partir de fuentes de energía de origen renovable y sostenible y el acceso de los usuarios a la información sobre disponibilidad de infraestructuras, estado de los vehículos o información energética son conceptos que forman parte de la visión de una ciudad inteligente.

Adicionalmente, los requisitos de la Directiva 2008/50/CE relativa a la calidad del aire y su cumplimiento por parte de las ciudades obligan a diseñar actuaciones en las que ha de primar la movilidad limpia, con especial atención al vehículo eléctrico.

Las infraestructuras de recarga son el elemento imprescindible para la adopción de forma masiva de esta nueva movilidad. La disponibilidad de recarga accesible para uso público es un elemento de ayuda para el usuario, pero la utilización del vehículo no puede depender sólo de su existencia. Las infraestructuras vinculadas son las que impulsarán el despliegue de los eléctricos hasta llegar a porcentajes significativos del parque de vehículos. Es preciso fomentar las operaciones de recarga aprovechando los periodos de inmovilización de los vehículos, sin necesidad de altos requisitos de potencia, ya que esto requiere un cierto cambio de mentalidad en los usuarios frente a los hábitos actuales de consumo de combustibles.

En estas infraestructuras la inteligencia es el elemento clave. La medición de la energía, la identificación de los usuarios, el control de la carga, la prestación de servicios que combinen el uso en distintos escenarios y la integración en el vehículo o aplicaciones móviles de información sobre las infraestructuras o procesos de carga son ejemplos de funciones que requieren de mecanismos de procesamiento en los equipos de carga y de comunicación entre usuarios, vehículos e infraestructura. Todo ello ha de lograrse sin penalizar económicamente la adquisición de los vehículos, proporcionando sencillez de uso a los propietarios y garantía de los niveles de seguridad y continuidad del proceso de carga.

Infraestructura no son solamente los puntos de carga en sus distintas modalidades (vía pública, usuario privado, flotas, usos compartidos), sino que éstos han de ser considerados como los elementos de conexión del vehículo a un sistema global de control, gestión y monitorización.

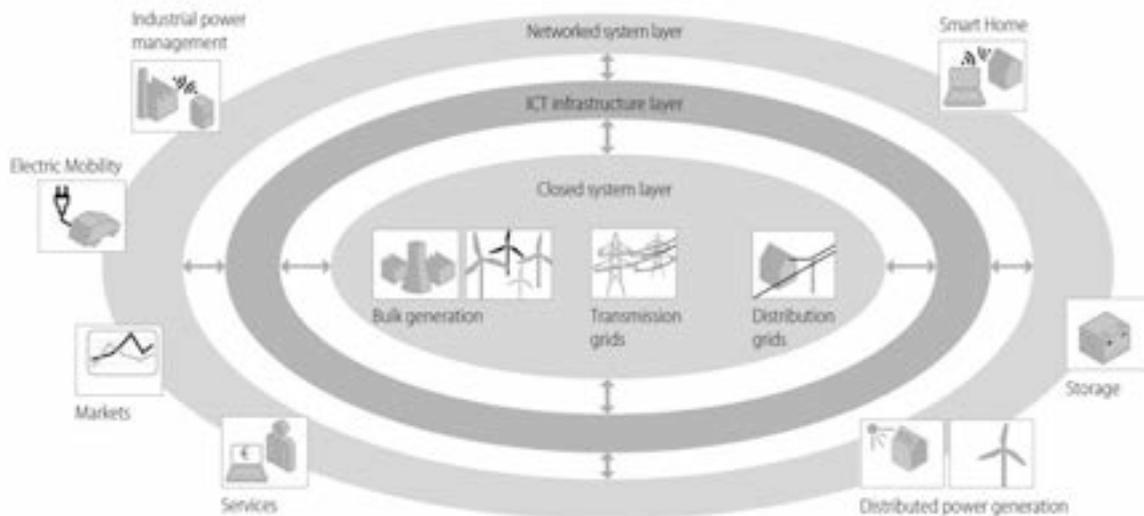
En este contexto, la plataforma global es una pieza fundamental en el desarrollo de las infraestructuras. Además de permitir la gestión del proceso de recarga, da soporte a la implementación de nuevos modelos de negocio emergentes a medida que surgen entre los distintos actores involucrados en el mercado (AAPP, empresas eléctricas, gestores de carga, OEM, medios de pago, propietarios de ubicaciones, gestores de flotas, usuarios de los vehículos).

Las infraestructuras de recarga son una pieza más del concepto de *Smart Grids*. En este caso, se trata del uso móvil de la energía por parte de un consumidor ubicuo. Son la pieza que permite una gestión inteligente de la demanda y una mayor eficiencia del sistema eléctrico mediante la adaptación de la recarga a la generación renovable. En un escenario futuro de centenares de miles o millones de vehículos eléctricos, sólo la inteligencia desplegada desde el primer momento permitirá evitar impactos negativos en las redes (en especial en la distribución urbana) y aprovechar los beneficios que los vehículos pueden proporcionar al sistema eléctrico. El vehículo eléctrico llega por tercera vez y en esta ocasión para quedarse. El desarrollo tecnológico de vehículos e infraestructuras de carga inteligentes, gestionadas y sobre las que proporcionar servicios a los usuarios, permitirá satisfacer las necesidades de los habitantes de las Smart Cities sobre un transporte energéticamente eficiente que mejore su la calidad de vida en las ciudades.

DE CONSUMIDOR A PROSUMIDOR ▾

El diseño de un mercado más abierto es otra de las exigencias a las que puede dar respuesta la tecnología. Es de especial importancia mencionar en este punto la actual emergencia de un nuevo tipo de esquema de consumición de servicios promovido directamente por el uso y consumo tecnológico: la «prosumición». El «prosumidor», concepto acuñado por A. Toffler en su obra «La Tercera Ola» de 1980, nace de

FIGURA 1
COMPONENTES TÉCNICOS, POSICIÓN DE LAS TIC Y SERVICIOS AVANZADOS A DESARROLLAR



FUENTE: APPELRATH, H.J.; KAGERMAN, H. y MAYER, C. (2012).

la fusión de los conceptos «productor» y «consumidor». El «prosumidor» de un producto o servicio, participa activamente en la configuración del producto o servicio que recibe. El esquema de la «prosumición» es común en sectores como la automoción, donde el cliente puede configurar el producto final que adquiere gracias a un manufacturing avanzado y altamente configurable. Con la extensión del IoT y el abaratamiento progresivo de los medios de producción energéticos sostenibles (verdes), el cliente final de los servicios energéticos en las ciudades se constituirá en un *prosumidor* de los mismos.

En cierto grado el *Smart Metering* es una forma de *prosumición*, ya que el cliente proporciona información de su consumo de energía que posteriormente es empleada en la planificación del abastecimiento, sin embargo, el cliente no tomará una real conciencia de nuevo rol hasta el despliegue de los elementos (*In-Home Displays*, *Smartphones Apps*, etc) que permitan realizar la Gestión Activa de la Demanda que le permitan no sólo conocer sus hábitos y pautas de consumo, sino también comunicar al prestador del servicio su deseo de modificar las condiciones del mismo. Parece así un hecho que el «prosumidor» está llamado a representar el elemento más inteligente de las REIs en las futuras CIs. Estará en el corazón de los nuevos sistemas definiendo un nuevo mercado y teniendo nuevas responsabilidades: como un cotizador/predicador más del precio de la energía, como vendedor de almacenamiento, como productor de energía o como suministrador de otros consumidores.

Dentro del recubrimiento tecnológico (*technological overlay*) que propicia el IoT, el mundo físico y el ciber-espacio están cada vez más relacionados por el significado del término «información», este es el motivo por el que ya es usual referirse a este nuevo mundo

emergente en el que sistemas y prosumidores colaboran como «Infoesfera». Los ciudadanos de nuestras ciudades y en particular las nuevas generaciones están hiper-conectados y demandan información y herramientas que le permitan tomar sus propias decisiones, también en lo relacionado con su consumo energético. Este futuro ciudadano demandará una atención multi-canal, que incluya las vías tradicionales y también los nuevos canales de comunicación, en especial todos los relacionados con las redes sociales ya que, como acertadamente definió T. Berners Lee, el lugar donde más interacción social se va a producir en un futuro cercano, son las Máquinas Sociales (Social Machines): Twitter, Facebook, etc.

La gestión de la nueva demanda de estos prosumidores provocará un cambio drástico en la forma en que la industria eléctrica se relaciona con sus clientes y supondrá la aparición de nuevos servicios energéticos que deberán hacer un uso intensivo de las TICs.

Tal vez la forma más sencilla de resumir el rol de las TICs en el escenario en evolución que vivimos sea el de servir de integradoras del sistema cerrado asociado a las REIs con el sistema más amplio conectado a Internet y que viabiliza la aparición de los nuevos servicios que demandan los prosumidores en el contexto de las CIs, (figura 1) (7). La expresión «Internet de la Energía» da nombre a este nuevo concepto donde están interconectadas estas dos esferas de la tecnología que van a cambiar drásticamente la forma en que las redes se planifican, diseñan y operan, creando por otra parte nuevos requerimientos de ciberseguridad que no existían cuando los sistemas se operaban desde infraestructuras cerradas mucho más sencillas de securizar.

Como señala J. Rifkin con acierto, gracias a las REIs en el contexto de las CIs comenzamos a vivir una

época en la que «[...] conseguir que todos los habitantes de la Tierra puedan generar energía verde y compartida gracias al Internet de la Cosas a un coste marginal reducido es el próximo gran objetivo de una civilización que está pasando de un mercado capitalista a un procomún colaborativo» (8).

NOTAS

- [1] Population on 1 January 2014. Eurostat. Dato consultado al 19 de septiembre de 2014.
- [2] EIA: Energy Information Administration. International Energy Statistics, 2007-2011.
- [3] Por ejemplo [R.U.AYRES & E.H.AYRES, 2010].
- [4] Para conocer en profundidad las implicaciones de esta nueva Tercera Revolución Industrial, ver [2013, J.RIFKIN].
- [5] Towards a European Strategic Energy Technology Plan.SET-Plan. Towards a low-carbon future [COM/2006/ 847].
- [6] Para el caso de la Smart City de Málaga.
- [7] Tomado de [2012, H.J.APPELRATH, H.KAGERMANN & C.MAYER], página.24.

BIBLIOGRAFÍA

- R.A.BOBES y M.BRAVO (2010): Cap.5.La Tecnología, en 2010, ENERCLUB].
- ENERCLUB (2010): *Conceptos de Ahorro y Eficiencia Energética: Evolución y Oportunidades, Análisis y Propuestas*. Biblioteca de la Energía. Club Español de la Energía.Instituto Español de la Energía.
- EU (2010): *Towards a European Strategic Energy Technology Plan.SET-Plan. Towards a low-carbon future [COM/2006/847]*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- AYRES, R.U. y E.H.AYRES, H.E. (2010): *Crossing the Energy Divide: Moving from Fossil Fuel Dependence to Clean-Energy Future*, Upper Saddle River, NJ, Wharton School Publishing..
- APPELRATH, H.J.; KAGERMANN, H. y MAYER, C. (2012): *Future Energy Grid. Migration to the Internet of Energy. acatech STUDY*, National Academy of Science and Engineering / EIT ICT Labs / Siemens AG / RWE Deutschland AG, Munich..
- RIFKIN, J. (2011): *La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*. Editorial Paidós: Estado y Sociedad.
- RIFKIN, J. (2014): *La sociedad de coste marginal cero. El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Editorial Paidós: Estado y Sociedad.

UNA VISIÓN DE LAS CIUDADES INTELIGENTES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DEL AGUA

FERNANDO RAYÓN

Director de Innovación de Negocio
AQUALOGY

La demanda de agua se produce en tres ámbitos: agrícola, doméstico e industrial (incluyendo el hidroeléctrico). En las zonas de clima mediterráneo (las de mayor producción agrícola mundial), la demanda agrícola de agua se sitúa en el entorno del 70%, por la necesidad de riego. Por su parte, las demandas doméstica e industrial se reparten el 30% restante,

predominando una u otra en función del nivel de industrialización. Pero no es raro un reparto aproximado del 50% para cada una.

Históricamente, los avances en la eficiencia de la gestión del agua en la agricultura han sido en la práctica más bien limitados. Aunque hay honrosas excepciones bien conocidas, a nivel mundial se suele seguir regando aún grandes extensiones según criterios y métodos como los que empleaban nuestros antepasados hace más de mil años. Así, los expertos en regadío dicen que no más del 5% del conocimiento desarrollado en los centros de investigación se aplica efectivamente en campo. Existe por tanto a nivel mundial un importante margen de mejora de eficiencia en el uso del agua agrícola, y que tiene que capturarse a través de innovación, es decir, convirtiendo el resultado de la investigación en realidad efectivamente productiva.

El margen de mejora de eficiencia en el uso del agua no es tan amplio en el ámbito industrial. Por un lado, y como ya hemos visto, la demanda industrial de agua es considerablemente menor que la agrícola. Pero es que además la industria en general ha venido ya mejorando la eficiencia de su gestión de forma sostenida desde hace bastante tiempo. Así, el problema suele ser aquí otro: la mayor exigencia en

la calidad del agua, tanto para su uso en los procesos industriales, como para el volumen retornado al medio una vez empleado en dichos procesos.

Finalmente, en el ámbito urbano, existen también requerimientos más exigentes tanto para la calidad del agua potable, como para la de la que se retorna al medio. En muchas ciudades existe también la necesidad de reducir el consumo a valores sostenibles, que permitan una buena calidad de vida con el menor consumo posible. Se buscan por ello innovaciones tecnológicas en los procesos de tratamiento y se profundiza en el conocimiento de los hábitos de consumo (a través de sistemas como la telelectura) para optimizarlo. Adicionalmente, en muchas ciudades hay también que mejorar la protección contra las inundaciones, en un contexto de clima cada vez más extremo, por lo que se precisan también nuevas tecnologías de previsión y sistemas de drenaje más avanzados. Depurar satisfactoriamente las aguas residuales urbanas, e incrementar su nivel de reutilización son también retos a alcanzar en pos de una mayor sostenibilidad ambiental.

Estas necesidades han llevado y llevan a los diferentes implicados en la gestión del agua a buscar y desarrollar nuevas tecnologías y productos para hacerles frente, aprovechando al máximo el gran avance tecnológico actual. De esta manera, puede decirse

con contundencia que las mejoras en procesos de tratamiento, en sistemas de previsión y control, en reducción de fugas y en telelectura, han sido espectaculares en los últimos tiempos, y van a seguir siéndolo en el futuro. Todas estas mejoras se han producido y se producen mediante la innovación tecnológica que tradicionalmente se ha venido desarrollando en el sector del agua, y que mejoran sensiblemente la sostenibilidad de su gestión gracias a reducir o eliminar consumos y fugas innecesarios, y a incrementar la calidad del agua en sus usos y en el medio. Y este avance incide teóricamente por igual en los ámbitos agrícola, doméstico e industrial, en los que en todo caso hay que continuar mejorando la eficiencia y la eficacia de la gestión, aplicando las innovaciones tecnológicas que van apareciendo. No obstante, desde el punto de vista de la sostenibilidad a nivel global, es en el ámbito agrícola donde la aplicación de estas innovaciones podrá generar mayores eficiencias en términos absolutos, dada la mucha mayor importancia del consumo agrícola respecto a los otros ámbitos de consumo, tal y como se ha señalado.

LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA SMART CITY

Así pues, usos, consumos, sostenibilidad, eficiencia, etc., han mejorado muy significativamente gracias al desarrollo del conocimiento, la ciencia y la tecnología. Y estas mejoras van a seguirse produciendo de manera constante, en lo que constituye lo que podríamos llamar la «innovación tecnológica incremental» que vienen aplicando tradicionalmente los gestores del agua, como una parte fundamental, pero cotidiana, de su trabajo.

Ahora bien: más allá de ello, y específicamente en el ámbito urbano, en los últimos años ha irrumpido con fuerza el concepto de «*smart city*», cautivando a políticos, responsables urbanos, empresas y colectivos diversos. Este concepto no tiene su origen en la gestión del agua y no aporta en sí mismo ninguna novedad ni conceptual ni de enfoque a la tecnología de la gestión del agua urbana como tal. Sin embargo, en mi opinión, como concepto derivado en buena medida del «*tsunami*» digital que actualmente nos inunda, va a tener en el medio plazo un impacto disruptivo en la gestión no sólo del agua urbana, sino de la ciudad en su conjunto, como veremos más adelante.

Conviene recordar en todo caso que no hay aún consenso general sobre el significado del concepto «*smart city*» significado éste que suele depender en gran medida de la persona que lo emplea, en función de sus responsabilidades, sus áreas de conocimiento y sus intereses. Así, hay quien sostiene que el alto nivel de la tecnología actual es capaz de proporcionar soluciones incluso antes de haber identificado los problemas, y que por tanto este concepto de «*smart city*» lo que hace es incentivar el esfuerzo para identificar los problemas urbanos que pueden ser resueltos por la tecnología que se va desarrollan-

do, adaptándola convenientemente para proporcionar soluciones ad-hoc efectivas. Esta versión del concepto de «*smart city*» se confirma cuando se observa la gran cantidad de proyectos piloto actualmente en desarrollo en numerosas ciudades bajo este paraguas conceptual. Otros, en cambio, sostienen que la «*smart city*» debe enfocarse a resolver los problemas ya conocidos, directos y reales de los ciudadanos, muchos de ellos derivados de las actuales crisis social, económica, ambiental, etcétera. Y entre estos dos extremos, como es natural, son posibles muchas otras interpretaciones. Por ejemplo, la Comisión Europea, establece como razón de ser de las «*smart cities*» el logro de los objetivos energéticos de su programa «Horizonte 2020»: ciudades con cero emisiones y una mejor competitividad europea.

En definitiva, hay muy diferentes opiniones sobre lo que el término «*smart city*» significa. Y posiblemente todas tengan parte de razón. Lo destacable es que, bajo esta disparidad de enfoques, se puede sacar siempre una conclusión común y general: la tecnología ya disponible y los nuevos hábitos sociales van a originar un modelo de gestión de las ciudades radicalmente diferente al actual. No sabemos exactamente cuándo se va a producir este cambio de modelo. Pero es claro que se va a producir inexorablemente. Y ello por la capacidad exponencialmente creciente de gestionar información, junto con la reducción también exponencial de los costes asociados a dicha gestión, y con la extraordinaria capacidad de difusión y participación que ofrecen hoy las redes sociales en internet.

EL MODELO «SMART» DE GESTIÓN DE LA CIUDAD

Efectivamente, estos tres factores (facilidad de gestión de información, reducción de costes y nuevos hábitos de participación) van a hacer cambiar el modelo actual de gestión independiente y jerarquizada de cada uno de los servicios urbanos (transporte, energía, telecomunicaciones, agua, residuos,...) a otro basado en la gestión de la ciudad como un todo. Esto se va a conseguir gracias a la implantación de sistemas, instrumentos y organizaciones enfocados a mejorar la calidad de vida y la participación creativa de los ciudadanos, así como la sostenibilidad y la resiliencia de las ciudades, mediante una coordinación eficiente, eficaz y en tiempo real de todos los servicios urbanos.

Efectivamente, la gestión de los distintos servicios urbanos se hace hoy día fundamentalmente de forma independiente, tal y como se indica en la ilustración 1, en la página siguiente, en la que a efectos exclusivamente orientativos, se ha considerado solamente un subconjunto del total de servicios urbanos habituales.

En la situación actual, cada servicio tiene un prestador y un responsable con una organización que le da soporte y que está formada por especialistas en el servicio concreto de que se trate. Este prestador gestiona su servicio atendiendo a los parámetros, las



FUENTE: Elaboración propia.



FUENTE: Elaboración propia.

exigencias, los compromisos contractuales y las incidencias propios de su servicio, y no suele prestar atención a lo que ocurre en los otros servicios urbanos más que cuando circunstancialmente se produce una interacción significativa entre ellos, generalmente causada por una incidencia o avería.

El enfoque «de arriba abajo» (top down) ↓

Este tipo de gestión, por servicios independientes, se ha mantenido desde el principio de la historia de las ciudades, debido a que cada servicio tiene sus propias características, tecnología y complejidad. Y así,

atacar cada complejidad de manera focalizada e independiente era la manera más práctica y económica. Pero la gran facilidad para manejar ingentes volúmenes de información en tiempo real, la enorme rapidez y capacidad de cálculo, y el bajo coste de ambas cosas, permiten ya actualmente, al menos en teoría, una supervisión y gestión mucho más coordinada de todos los servicios simultáneamente y en tiempo real. Así, cuando se habla de «smart cities», es frecuente poner sobre la mesa el concepto de «plataforma de servicios urbanos», un concepto que también admite diferentes matices según quién lo emplea, pero que básicamente puede representarse como en la ilustración 2.

En este esquema, la información operativa de los distintos servicios se vehicula a un «City OS», o «Sistema Operativo de la Ciudad» que reúne toda la información necesaria para la gestión de cada servicio, ya sea ésta proveniente de sensores o captadores de información (termómetros, caudalímetros, cámaras de televisión, ...), o de los centros de telecontrol de cada servicio, y los gestiona y suministra a la "Plataforma de la Ciudad", desde donde se puede tener una visión amplia, detallada y en tiempo real de todo lo que está pasando en la ciudad, y se pueden tomar decisiones de actuación optimizada y coordinada entre los diferentes servicios.

Este enfoque tiene indiscutibles ventajas desde el punto de vista de los gestores de la ciudad (alcaldes y responsables de servicios), puesto que les permite comprobar de un vistazo qué pasa en la ciudad, dónde están los problemas y cómo definir y priorizar las actuaciones necesarias para que afecten lo menos posible a los ciudadanos y para resolverlos cuanto antes y de la manera más económica posible.

Son entonces los propios responsables de la ciudad, apoyados por las empresas que desarrollan, comercializan e implantan los «City OS» y las «City Platform» los que están impulsando la implementación de «smart cities» basadas en este esquema. Por ello, suele denominarse «top down» a este enfoque, puesto que las decisiones para su implantación y las de ejecución de acciones de gestión se toman «arriba» (top), mientras que los resultados de ellas, se perciben «abajo» (down, los ciudadanos).

El enfoque «de abajo arriba» (*bottom up*)

Y en ese enfoque «de arriba abajo» habría quedado todo si las redes sociales de Internet, y el desarrollo de los *smartphones* no hubieran hecho su irrupción masiva en escena. Pero la han hecho. Y así, desde el punto de vista de la ciudad, las redes sociales y los *smartphones* juegan un papel básico de comunicación multidireccional. No sólo sirven para la comunicación entre los ciudadanos y sus grupos de interés, sino que sirven también para transmitir inquietudes directas de la ciudadanía a los responsables de la ciudad, y las correspondientes propuestas y respuestas en sentido contrario. Y además, de forma complementaria pero no menos importante, han convertido a los ciudadanos en verdaderos «sensores» de la vida en la ciudad, en instrumentos de generación, captación y emisión de datos e información que ponen o pueden poner a disposición de administradores, empresas y otros ciudadanos, para ser empleados en beneficio de todos los habitantes de la ciudad, colaborando activamente y como auténticos protagonistas en la resolución o reducción de problemas urbanos de muy diversa naturaleza. Un ejemplo paradigmático es el de la información que envían con sus *smartphones* los propios conductores sobre las condiciones concretas y en tiempo real del tráfico en la zona en que se encuentran. En estas circunstancias, son los propios ciudadanos los que de-

ciden libremente proporcionar estas informaciones y datos, en lo que constituye el modelo "de abajo arriba" (*bottom up*), y esperan con ello obtener también una recompensa en términos de mejora de calidad de vida, de competitividad de su ciudad, de orgullo de vivir en una ciudad atractiva, etcétera.

Esta capacidad de los ciudadanos de participar de manera activa y bajo varias formas en el desarrollo de la vida de la ciudad va a fomentar el cambio de modelo de gestión urbana. Se va a pasar así del clásico modelo «administrador-administrado», a un modelo mucho más abierto, transparente, participativo y con una distribución más difusa de papeles, en el que la tecnología proporciona al ciudadano (y a muy bajo coste) no sólo una facilidad mucho mayor de acceso a la información de su ciudad (*open data*), sino también, como hemos visto, la posibilidad de convertirse él mismo en «sensor» de la realidad urbana (*crowdsensing*), generando él directamente información de enorme utilidad tanto para los gestores urbanos como para sus propios conciudadanos.

LOS REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICIDADES DEL MODELO «SMART»

La tecnología actualmente disponible está ya aportando soluciones que van en esa línea, incorporando tanto el enfoque *top-down* como el *bottom-up*, aunque aún somos incapaces de vislumbrar hasta dónde se podrá llegar. No está claro aún cómo va a funcionar y organizarse este nuevo modelo integrado de gestión de la ciudad, ni siquiera quiénes van a ser sus actores y protagonistas principales, ni el reparto de los papeles que van a desempeñar, ni el de las nuevas responsabilidades que tendrán que asumir. Pero resulta evidente que este modelo se va a ir definiendo más nítidamente e imponiéndose paulatinamente y sin pausa. Como es natural, este modelo plantea retos tecnológicos importantes (informática y telecomunicaciones) para los que las grandes empresas del sector ya están desarrollando soluciones. Pero es también evidente, aunque este aspecto suele olvidarse con mucha frecuencia, que las estructuras organizativas y operativas para la gestión urbana que emplean actualmente los Ayuntamientos no están diseñadas para funcionar eficientemente en este nuevo paradigma. Efectivamente, especialmente en las medianas y grandes ciudades, con complejidad de gestión manifiesta, las estructuras de gestión han sido diseñadas para operar independientemente unos servicios de otros, y las unidades de planificación, contratación, seguimiento y operación tienen responsables y organizaciones bien identificados, especializados en sus respectivos servicios y orientados a operar con prácticamente total independencia de los demás servicios.

Por tanto, el modelo «Smart» de gestión integrada de la ciudad aquí descrito necesita implantar nuevos sistemas tecnológicos. Pero necesita también redefinir de manera prácticamente total la organización, res-

pensabilidades y modos de funcionamiento de las estructuras actuales de gestión urbana, con toda la complejidad que ello representa. Efectivamente, ante este doble reto (necesidad de soluciones tecnológicas por un lado y requerimientos de reorganización de funciones, competencias y responsabilidades por el otro), la enorme capacidad de la tecnología actual hace que el cuello de botella esté sin duda en la reorganización de funciones y no en la tecnología. Es decir, la resistencia al cambio que nuestra especie lleva en su ADN, y que trasladamos sin darnos cuenta a nuestras organizaciones, será el freno más importante para el completo desarrollo del modelo de «*smart city*» que hemos presentado aquí. Se da aquí una situación análoga a la del conocido retraso con que las regulaciones y reglamentaciones legales responden al desarrollo imparable y supersónico de las iniciativas digitales actuales. Hoy día, la tecnología es el mecanismo impulsor del cambio, y las estructuras y modelos organizativos, operativos -e incluso de negocio- preexistentes (*legacy*, en la terminología al uso) son los frenos.

En todo caso, no hay que olvidar que el *tsunami* digital no suele mostrar compasión por las estructuras y los modelos «*legacy*». Véase si no, por ejemplo, los casos de la música y los libros (la creación artística en general), los portales de noticias digitales vs. la prensa escrita tradicional, los «AirBnB», los «Uber», etc. Todos ellos son elefantes digitales que han entrado sin cuento en las cacharrerías de los modelos analógicos tradicionales. Y lo van a seguir haciendo cada vez con mayor frecuencia y potencia, por cuanto cada vez hay más elementos que incentivan y promueven este cambio. Así, desde el punto de vista tecnológico, cada vez se dispone de nuevas y mejores soluciones que abaratan costes y mejoran la eficiencia. Y no sólo en el campo de la gestión de la información. Por ejemplo, la impresión en 3D va a aportar al ámbito de los productos físicos el mismo potencial que las energías renovables han aportado en su propio ámbito: la conversión del consumidor (*consumer*) en «prosumidor» (*prosumer*), es decir, individuo que no sólo consume, sino que es capaz a su vez de producir bienes y energía. Y desde luego, también información, como ya comentamos anteriormente, gracias al uso masivo de las redes sociales y al deseo de los ciudadanos de aportar y recibir información útil para mejorar su calidad de vida. Y todo ello, tendrá importantes repercusiones en la vida en la ciudad, muchas de las cuales aún no somos capaces de identificar.

A esto, debemos añadir además el crecimiento que se espera del «Internet de las Cosas» («IoT», *Internet of Things*), para el que Business Insider Intelligence recientemente ha anticipado en su informe que en 2019 tendrá un mercado de dispositivos que doblará el tamaño del mercado conjunto de *smartphones*, *tablets*, vehículos conectados y dispositivos usables (*wearable*), con un valor añadido a la economía global de 1,7 trillones (americanos) de dólares. Este «IoT» facilitará enormemente el desarrollo de la

«computación ubicua» (*ubiquitous computing*, a veces «*pervasive computing*» o, incluso «*everyware*» y otros), en la que el ser humano se encuentra permanentemente en escenarios atestados de dispositivos «inteligentes» integrados, interactuando con ellos de manera continua, transparente y sin percibirlos como elementos diferenciados. El individuo genera así información masiva en tiempo real que, contrastada con otra información histórica personal (características personales, gustos, red relacional, etc.) con ayuda de *Big Data*, registrará sus reacciones, decisiones y comportamiento, en principio para mejorar su calidad de vida. Pero probablemente también con algunos inconvenientes, entre los que no serán menores los temas de privacidad y seguridad.

En todo caso, el cambio de modelo de gestión urbana viene y es imparable. Y será de tal magnitud que hay quien piensa que podrá emular a la irrupción masiva del automóvil en la ciudad, con todas sus consecuencias positivas y negativas, unas previstas y otras sobrevenidas. Pero que ha comportado sin duda que las ciudades se diseñen y gestionen en buena medida alrededor del automóvil, sus características, necesidades y consecuencias.

En este contexto, los responsables de la planificación y gestión de ciudades y servicios urbanos pueden optar únicamente por dos reacciones mutuamente excluyentes:

A] «*Business as usual*», es decir, seguir pacientemente confiados y seguros del funcionamiento del modelo actual de ciudades y esperar acontecimientos, o

B] Incorporar «pensamiento disruptivo» y buscar propuestas y soluciones «fuera de la caja» (*out of the box*) para hacer frente a los retos planteados con sus mismas armas: entusiasmo, imaginación, creatividad y vocación de cambiar el mundo. E innovar conduciendo y liderando el proceso, aprovechando al máximo las grandes oportunidades que vendrán, y evitando o limitando al máximo los posibles efectos perniciosos.

EL PAPEL DE LOS GESTORES DEL AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA *SMART CITY*▼

Con el planteamiento indicado, y en el supuesto que se opte por la alternativa B anterior, los servicios urbanos del agua pueden cobrar una nueva dimensión en las «*smart cities*». Una dimensión que aprovecha la gran oportunidad para mejorar la gestión no sólo del agua urbana, sino del conjunto de la ciudad, y con ello su calidad de vida, como consecuencia del cambio de modelo de gestión de la ciudad a que anteriormente aludíamos. Efectivamente, los gestores urbanos del agua tienen en este contexto mucho que aportar y también mucho que descubrir. Habrá que incluir en primer lugar las aspiraciones y deseos de los ciudadanos, quienes con su talento y dedicación son los que hacen grandes a las ciudades. Y habrá también que trabajar por hacer que la ciudad sea

más sostenible y más resiliente: más competitiva, en definitiva, puesto que una ciudad tiene mayor capacidad de desarrollo cuanto más atractiva es para el talento y para los motores de la economía y el desarrollo sostenible.

En pos de estos objetivos, en Agbar hemos creado y desarrollado «*Citiness*», un concepto que pretende ser comprensivo de la esencia de lo que es ser ciudad para un ciudadano del siglo XXI: un ciudadano que quiere vivir en una ciudad segura, confiable, atractiva para el talento y sostenible social, económica y ambientalmente. Una ciudad, en definitiva, que aprovecha la tecnología y la innovación para ser competitiva en el mundo de hoy, y a la que la gente quiere ir a vivir porque puede encontrar mejores oportunidades de desarrollo personal, profesional y familiar, y un mayor bienestar. Ahora bien, *Citiness* no es un concepto teórico. Es una idea-fuerza en cuya aplicación práctica incorporamos nuestra experiencia más que centenaria en la gestión de servicios urbanos. Y la cimentamos con diferentes iniciativas de innovación abierta, para ganar actividad y posicionamiento en el contexto de la *smart city* de gestión integrada a que me refería anteriormente. El enfoque *Citiness* pretende así configurar soluciones desde una perspectiva integradora, en la que la tecnología y la economía digital tienen mucho que aportar, pero siempre desde la perspectiva de las necesidades de los ciudadanos.

Cuando se aplica el concepto *Citiness* considerando a la vez el cambio de modelo de gestión urbana que se avecina, se abre un abanico de posibilidades enormemente amplio. Efectivamente, al incorporar directamente al ciudadano (tanto como demandante de mejores servicios e informaciones, como en su nuevo papel de aportador de información a través de redes sociales y dispositivos móviles), se da un salto cuántico en las posibilidades de mejora de la calidad de vida y, por tanto, en la competitividad de las ciudades. Y en este sentido, conviene recordar que los gestores del agua urbana manejan muchas herramientas capaces de proporcionar una gran cantidad de información de alta calidad sobre lo que acontece en la ciudad, lo que puede ayudar notablemente a mejorar su gestión integral. Y además tienen la vocación de servicio que tradicionalmente requiere la prestación de uno básico y fundamental, como es la provisión de agua. Hasta ahora, los gestores de agua urbana hemos venido utilizando esas herramientas de manera exclusiva para proveer eficientemente el servicio que tenemos encomendado. Pero ahora, a la luz de la «*smart city*», y espoleados por la capacidad de visión integrada de la ciudad que están empezando a ofrecer las tecnologías de la información y la comunicación, podemos emplear estas herramientas, complementándolas cuando sea preciso para proporcionar servicios que van más allá de la pura gestión del agua, contribuyendo así a construir ciudades cada vez más «*Smart*».

Entre los activos que habitualmente emplean los gestores del agua para proveer su servicio, se encuentran importantes intangibles, entre los que se cuentan:

- El amplio conocimiento que tienen del funcionamiento de la ciudad
- El hecho de que el organismo regulador y titular del servicio sea el propio Ayuntamiento (cosa que no ocurre con otros servicios, como la energía o las telecomunicaciones)
- La larga tradición en constitución y operación de modelos de participación público-privada (PPP), tan necesarios en estos tiempos
- La propia base de datos de usuarios, que incluye todas las viviendas y locales de la ciudad, y que contienen información de uso del agua que puede ser de gran utilidad para otros fines (sociológicos, económicos, etc.).

Además, los servicios de agua emplean para su actividad cotidiana también activos tangibles, entre los que se pueden destacar:

- Las propias infraestructuras de producción, y redes de distribución y transporte del agua potable
- Las redes de recolección y plantas de depuración y regeneración de aguas residuales
- Las amplias flotas de vehículos de mantenimiento y operación de las infraestructuras
- Las redes de comunicaciones de los sistemas de telelectura
- Los laboratorios de análisis químicos
- Las redes de oficinas
- Los centros de control
- Los *call centres* de atención al público, etc.

Todos estos importantes activos tienen posibilidades ciertas de utilización para tareas «de ciudad» complementarias a sus cometidos originales dentro de la gestión del agua. Puede decirse que falta sólo imaginación y creatividad, una utilización adecuada de las nuevas tecnologías, y la incorporación de los ciudadanos proactivos en demandar y ofrecer nuevos servicios: justo lo que aportan las maneras de la nueva economía digital.

Para aprovechar al máximo estas oportunidades emergentes, es preciso implantar modelos colaborativos, participativos y de innovación abierta. Y para las empresas y los servicios de agua, la emprendeduría es uno de los paradigmas de la apertura y la participación. Efectivamente, el mundo del agua es típicamente un mundo bastante tradicional (en muchos sitios, como se ha dicho, las prácticas de riego siguen siendo milenarias), con unos esquemas de regulación en general alejados de los patrones de la economía rabiamente competitiva, cambiante e innovadora del mundo actual y, específicamente, de la economía digital. Ello tiene su causa en que los gestores de agua –por suerte o por desgracia– no trabajamos con electrones que viajan ingravidos y a la velocidad de la luz, como en el caso de la electricidad o la información, sino con moléculas de agua

que «pesan» y se mueven despacio. En cambio, muchas –si no todas– de las grandes innovaciones de nuestro tiempo tienen sus raíces en el entorno digital, que es el que verdaderamente está cambiando el mundo. Pero, como ya hemos comentado, el tsunami digital se está infiltrando cada vez más en las economías industriales más clásicas. Los modelos tradicionales se están tambaleando. Y ahí es donde la simbiosis de la cultura industrial tradicional y el empuje ágil y entusiasta de los emprendedores en particular y la innovación abierta en general pueden generar grandes frutos.

Así, también bajo el paraguas *Citiness*, en Agbar hemos lanzado junto con el CDTI un fondo de capital riesgo corporativo, dotado con 26 millones de euros, focalizado a emprendedores con *start-ups* tecnológicas en los ámbitos del medio ambiente, la energía y las *smart cities*, que constituye un instrumento de gran potencia, no sólo para animar la emprendeduría

en nuestro país, sino también para ayudar en la construcción de las nuevas *smart cities*, a partir de ideas innovadoras desarrolladas en un entorno abierto y colaborativo.

CONCLUSIONES ↓

Como hemos visto, las «*smart cities*» modificarán sensiblemente el modelo actual de gestión de la ciudad. Y ello representa un gran reto para el sector del agua urbana. Harán falta grandes dosis de apertura, de innovación y de asunción de riesgos para convertir ese reto en una gran oportunidad. Pero, si se logra, se habrá hecho un enorme avance en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y de la sostenibilidad y resiliencia de las ciudades. Y todo ello, de la manera más eficiente posible, aprovechando al máximo las posibilidades de la tecnología, los activos ya existentes y la voluntad y capacidad de participación de los ciudadanos.

CLAVES PARA LA GESTIÓN INTELIGENTE DE LOS SERVICIOS EN ENTORNOS URBANOS

EDUARDO FERNÁNDEZ

Grupo URBASER

En la década de los años 90 el concepto ambiental más de moda era el de Desarrollo Sostenible cuya definición general es: «El que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras» (1). Han pasado más de 30 años y el concepto sigue vigente y con dificultades para poder llevarlo a cabo de forma general, aunque ahí que decir que se ha avanzado en todos los ámbitos.

En la actualidad y relacionado con la gestión de los residuos en entornos urbanos, el término de moda es «*smart*» o «inteligente». Este término se orienta a las ciudades por entre otras razones, que según los datos disponibles por distintas fuentes, la previsión es que para el año 2050, el 70% de la población vivirá en entornos urbanos. Además, está relacionado con la idea de la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos aprovechando las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las cuales nos permiten obtener todo tipo de información en tiempo real casi de forma ilimitada y que sea útil para la toma de decisiones de muchas de nuestras actividades y tareas diarias.

En el caso que nos ocupa, y aunque aún no hay un consenso, se podría definir la *Smart City* o Ciudad Inteligente sobre la base de la propuesta del borrador de norma del Comité técnico de Normalización AEN/CTN 178 «Ciudades inteligentes»:

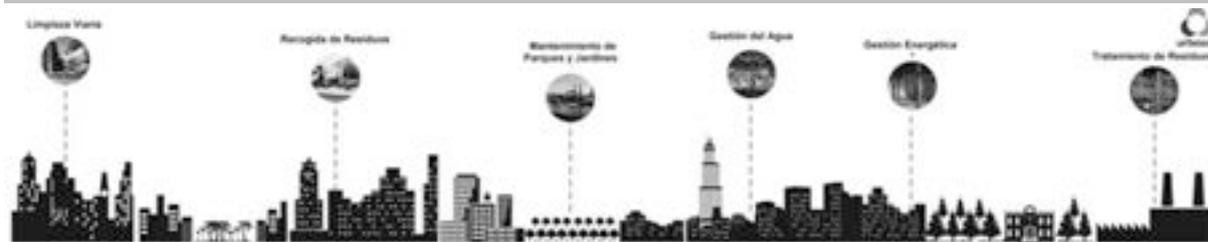
«Ciudad Inteligente es la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegure un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente

permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente».

Es interesante, considerando las definiciones, remarcar algunas características comunes de la *Smart City* y el Desarrollo Sostenible, como las que se citan a continuación:

- Son conceptos globales y deseables pero precisan de políticas a largo plazo para su desarrollo e implantación.
- El ámbito de actuación en ambos casos es muy amplio desde el punto de vista ambiental, abarcando tanto emisiones, vertidos y residuos.
- Para alcanzar las metas definidas es necesario la colaboración de los tres agentes involucrados; administración, empresas y sociedad.

FIGURA 1
ALUMBRADO PÚBLICO, MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS, SEMAFORIZACIÓN Y FUENTES PÚBLICAS



FUENTE: Elaboración propia.

Destacar de ambos conceptos que siempre deben ser el motivo básico para que una sociedad pueda desarrollarse y mejorar pero nunca la meta en sí misma. Las necesidades de las ciudades y entornos urbanos, tanto tecnológicas, sociales, ambientales, entre otras, evolucionan y lo que hoy puede ser considerado como «*smart*» o «inteligente» en unos años no serlo. Se trata por tanto de un concepto cuyos contenidos tendrán que ir evolucionando anticipándose a las necesidades futuras de los entornos urbanos y la ciudadanía.

Otro aspecto muy relevante de ambos conceptos es que resulta compleja su medición. En realidad, esta cuantificación dependerá de los indicadores que se utilicen y la ponderación y relevancia de cada uno de ellos. Por tanto, el resultado es que una misma ciudad puede ser la más inteligente o no, en función de dichos criterios. Además un factor clave es que para cada ciudad pueden funcionar diferentes modelos, no existiendo un modelo de éxito único. Cada ciudad debe definir sus líneas de actuación para conseguir ser «*Smart*» apoyándose en modelos externos pero adaptándolos a su realidad. Se ha de considerar que la inteligencia la aportan las personas que viven en las ciudades apoyándose en la tecnología y es sobre la base de las decisiones que toman, lo que hace que su ciudad sea más atractiva para vivir que otras. Un ejemplo de clasificación de ciudades *Smart* es el aportado por el IESE en el estudio «Índice *Cities in Motion* (ICIM), publicado este mismo año, en el cual se evalúan las ciudades en relación con diez dimensiones clave: Gobernanza, Planificación urbana, Gestión pública, Tecnología, Medioambiente, Proyección internacional, Cohesión social, Movilidad y transporte, Capital humano y economía. El resultado muestra que las tres ciudades más «*Smart*» serían Tokio, Londres y Nueva York a nivel global considerando todas las dimensiones (2).

Desde la perspectiva de una empresa, que realiza entre otras tareas, la gestión de residuos sólidos urbanos, esta actividad es *Smart* cuando, aprovechando las tecnologías actuales de captura de datos, comunicación y análisis consiguen aportar información de valor. Ésta permite ayudar en la toma de decisiones por las Administraciones, impulsar la competitividad y aumentar el nivel de calidad de los servicios realizados, para en definitiva, mejorar la calidad de

vida en una ciudad. Según un informe del Banco Mundial (3) (Hoonweg y Bhada-Tata, 2012), los residuos urbanos se incrementarán en un 70% representado esto uno de los mayores desafíos. En concreto, la cantidad de residuo generada aumentará de los 1.300 millones de toneladas por año actuales a las 2.200 millones de toneladas por año en 2025. Esto conllevará un aumento anual de los costes globales de 205 mil millones de dólares a 375 mil millones de dólares.

En este artículo se expone la visión de una empresa de servicios sobre el concepto de ciudad inteligente aplicado a una urbe actual en relación con uno de los pilares fundamentales, los servicios urbanos de la limpieza viaria, la recogida y el adecuado tratamiento de los residuos urbanos, el mantenimiento y la gestión de parques y zonas verdes, la gestión del agua y la gestión energética (alumbrado público, mantenimiento de edificios, semafORIZACIÓN, fuentes públicas y recarga de vehículos eléctricos). En la figura 1 se muestran dichos servicios.

Con el fin de destacar la importancia que tiene para una ciudad la adecuada recogida y gestión de los residuos, y sobre la base de los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2014) (4), las empresas gestoras de residuos urbanos recogieron en España 22,4 millones de toneladas de residuos en 2012. De estos, 18,3 millones correspondieron a residuos mezclados y 4,1 millones a residuos de recogida separada. En términos per cápita, en España se recogieron 484,8 kilogramos de residuos por persona y año a partir de los datos disponibles de 2012.

Para una eficaz realización de estos servicios en las ciudades actuales, hay una serie de factores que condicionan las distintas soluciones posibles, que se pueden resumir en **naturales, sociales y técnico-económicos**.

Factores naturales. Son fundamentalmente el clima, la orografía y la ubicación. No es lo mismo una ciudad de clima mediterráneo y cerca de la playa que una ciudad de clima nórdico y en la montaña.

Factores sociales. Fundamentalmente tienen que ver con, tamaño, densidad y edad de la población, concienciación y formación ciudadana, legislación y políticas ambientales, etc.

Factores técnico-económicos. Entre los que se destacan, la disponibilidad de las mejores técnicas para la implantación de los distintos servicios urbanos y los recursos económicos necesarios para llevar a cabo las actuaciones deseadas.

En resumen las dos ideas que se deben resaltar son: En general, disponer de servicios urbanos de mayor nivel tecnológico supone una mayor inversión inicial y que las empresas encargadas de su prestación, deben disponer de la máxima flexibilidad e integración de sus recursos tanto humanos, tecnológicos como económicos para ofrecer la solución más eficaz y eficiente en cada uno de los casos. El reto, para las Administraciones y las empresas que llevan a cabo la prestación de los servicios urbanos es, ofrecer una solución eficaz y eficiente que permita dar una mejor calidad de servicio a los ciudadanos. Para que esto sea posible actualmente se están planteando, con mucho interés y empeño desde las Administraciones, nuevas fórmulas de contratación de estos servicios. Resumidamente se está intentando, alargar los plazos de las concesiones, integrar distintos servicios, o bien una combinación de ambas.

Estos aspectos se explican a continuación para avanzar en el concepto «*Smart*» aplicado a la gestión de residuos urbanos. Estos son:

- Colaboración público-privada; con nuevos enfoques para la prestación del servicio, fijación de precios, tipología de contratos y validación de la innovación.
- Tecnologías TIC en los servicios urbanos.
- Colaboración y participación ciudadana.

COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA ¶

Hasta el momento, han sido las empresas las impulsoras de nuevas tecnologías y mejoras en las ciudades. Esto ha de seguir siendo así pero viéndose impulsada por la mayor participación y colaboración de las Administraciones y la ciudadanía. Una iniciativa destacable de colaboración público-privada es la creación de la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI) (5) compuesta por 49 ciudades, A Coruña, Albacete, Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Alicante, Alzira, Aranjuez, Ávila, Badajoz, Barcelona, Burgos, Cáceres, Castellón, Córdoba, Guadalajara, Elche, Fuengirola, Gijón, Huelva, Las Palmas de Gran Canaria, Logroño, Lugo, Huesca, Madrid, Majadahonda, Málaga, Marbella, Móstoles, Motril, Murcia, Palencia, Palma de Mallorca, Pamplona, Ponferrada, Oviedo, Rivas-Vaciamadrid, Sabadell, Salamanca, Santander, Segovia, Sevilla, Tarragona, Torrejón de Ardoz, Torrent, Valencia, Valladolid, Vitoria-Gasteiz y Zaragoza.

Ésta se define como una asociación nacional de territorios locales, cuyas entidades son representativas del territorio y lideran los sistemas de innovación en su propio ámbito fomentando su propia red local de

agentes relacionados con la investigación y la innovación. Según la propia RECI, su asociación tiene como misión la generación de una dinámica entre ciudades con el fin de disponer de un conjunto de ciudades inteligentes que promuevan la gestión automática y eficiente de las infraestructuras y los servicios urbanos, así como la reducción del gasto público y la mejora de la calidad de los servicios, consiguiendo de este modo atraer la actividad económica y generando progreso. La RECI cuenta con cinco Grupos de Trabajo: Innovación Social, Energía, Medio ambiente, infraestructuras y habitabilidad. Movilidad urbana. Gobierno, economía y negocios.

Nuevos enfoques en la prestación del servicio

La novedad de estos proyectos *Smart* puede en ocasiones presentar dificultades para su aplicación desde una perspectiva jurídica. En estos casos la colaboración integral con la Administración facilita la prevención de dichos casos, agilizando la adaptación y posibles cambios que puedan derivarse.

Para llevar adelante estos proyectos innovadores se precisa de un cambio cultural en el sector público. Este cambio cultural estará enfocado a la identificación, definición y monitorización de indicadores de calidad de los servicios prestados. Para la implementación de las *Smart Cities* se precisa una mayor interrelación de áreas administrativas competenciales. Por otro lado es necesaria la integración de los distintos servicios. Si bien es cierto que el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, en su artículo 25.2 establece que «se podrán fusionar prestaciones correspondientes a diferentes contratos en un contrato mixto cuando esas prestaciones se encuentren directamente vinculadas entre sí y mantengan relaciones de complementariedad» no parece ser suficiente para que algunas Administraciones fomenten la integración de servicios con fines comunes. Esto se debe a la dificultad en definir con exactitud la justificación de la complementariedad entre servicios. Hay que tener en cuenta la formación profesional y específica para cada una de las diferentes actividades que se realizan. No tiene el mismo nivel de formación un empleado del servicio de recogida que otro del servicio de zonas verdes u otro del mantenimiento del alumbrado. Al igual que no se tiene la misma formación no se tiene el mismo régimen laboral y es necesario estudiar la integración de distintos convenios colectivos en función de la tipología de actividad realizada.

Además dado que las nuevas tecnologías permiten y se apoyan en la captura y tratamiento de cantidades ingentes de información, lo que en el contexto de la sociedad de la información se denomina *Big Data*, es fundamental disponer de un marco normativo adecuado y estándares de seguridad de infraestructuras, sistemas y datos adaptados a este nuevo entorno. Es necesario instrumentalizar y combinar el derecho fundamental del ciudadano a la intimidad

y a la protección de la misma con la explotación y uso de la información proporcionada.

En el caso de los servicios urbanos, uno de los paradigmas que se están dando en relación la recopilación, tratamiento y explotación de grandes volúmenes de información, es que actualmente no existe un marco legal claro que ayude a definir un modelo de negocio que facilite por una parte a las Administraciones la gestión responsable y transparente de esta información, así como a las empresas el poder explotarla adecuadamente para amortizar las inversiones realizadas. Aunque los procesos para determinar qué información se puede reutilizar, de qué manera, a quién le puede interesar y cuál es su rentabilidad, están resultando lentos, es evidente que suponen un activo importante para aumentar la inteligencia de las ciudades y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Fijación de precios

En cuanto a la fijación de precios se ha de tener en cuenta que el poder tener una ciudad *Smart* en relación con la gestión de resultados requiere de altas inversiones que en el tiempo se concretarán en eficiencia y por tanto ahorro. No obstante, destacar la necesidad de un importante desembolso económico inicial. Una propuesta para la amortización de este desembolso sería prolongar la duración de los contratos de los servicios públicos de limpieza y gestión de residuos. Esta duración suele ser de media - para una inversión determinada- entre los 10 y los 15 años pudiendo llegar por normativa hasta los 25 años. En la medida en que para mejorar los servicios sea necesario aumentar las inversiones en tecnología, parece razonable que los periodos de ejecución de los contratos se deberán ampliar para su correcta amortización. Esto es, a mayores inversiones, mayores periodos de amortización.

Tipología de contratos

En la actual normativa de contratación pública existen diversos contratos en función del objeto de la prestación. Para el caso de las *Smart cities* parece probable que se precisen tipologías de contratos distintos de los convencionales debido principalmente a la participación conjunta de diversos agentes, integración de tecnologías y servicios distintos, así como condicionantes adicionales como nuevas normativas, etc.

Validación de la innovación

Todos los proyectos e iniciativas «*Smart*» realizadas en las ciudades tienen un alto impacto sobre la calidad de vida y tienen como objetivo fundamental su mejora continua. Por otro lado los riesgos que la implantación de una tecnología que no conlleve resultados positivos son muy grandes, debiéndose minimizar estos riesgos mediante la realización de pruebas piloto. Estas pruebas permitirán de forma previa a su

implantación generalizada su adaptación y mejora, minimizando los impactos negativos.

Se establecen por tanto las ciudades como grandes laboratorios (los denominados *living-lab*) que permiten la prueba de las distintas novedades tecnológicas. No obstante, al mismo tiempo estas pruebas no deben suponer una ventaja competitiva para las empresas en la contratación de los servicios.

TECNOLOGÍAS TIC EN LOS SERVICIOS URBANOS †

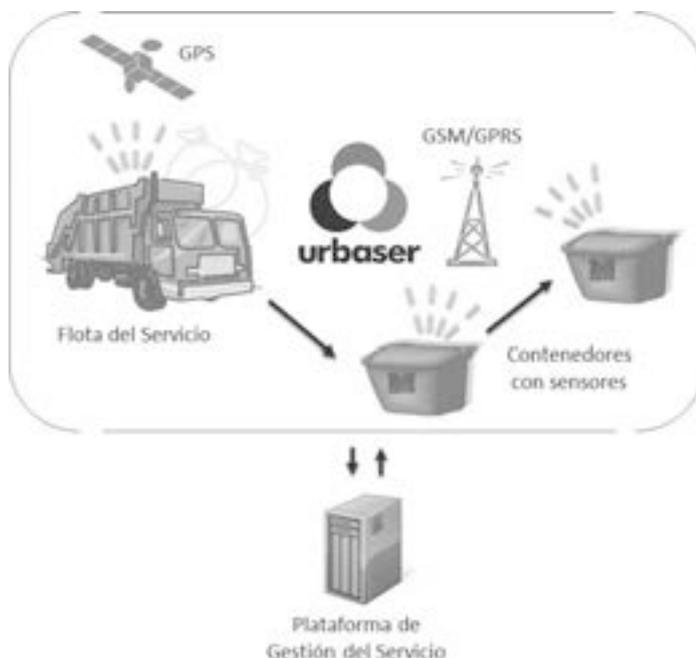
Es de sentido común, que son los ciudadanos, las personas que habitan las ciudades, las que deben aportar la información que oriente el desarrollo de soluciones para que su ciudad tenga el nivel de vida deseado y satisfaga sus necesidades de forma continuada. La Administración ha de canalizar y dinamizar el uso de esta información y apostar por el desarrollo de mejoras impulsándolo desde el punto de vista económico y legal. Las empresas deben estar orientadas a la satisfacción de las necesidades desarrollando la tecnología necesaria. Con todo esto, el entorno urbano y en concreto, en la gestión de residuos será más eficiente inteligente o *Smart*.

Si tuviéramos que realizar una clasificación de las ciudades sobre la base de la gestión de servicios públicos, y en particular la gestión de residuos, ésta estaría basada en dos características: la edad de las ciudades y su tamaño. Con respecto a la edad (antigüedad), las ciudades ya construidas presentan unas infraestructuras con altas dificultades para poder ser sustituidas por nuevos conceptos y tecnologías. Una ciudad de nueva construcción (o un área dentro de la misma) permite una mayor versatilidad en la aplicación de mejoras. Además, se debe considerar la interacción entre las distintas tecnologías dentro de una misma ciudad, lo que puede ser limitativo a la hora de decidirse por una tecnología u otra. Otro factor decisivo es la demografía (número de habitantes) la tendencia en el futuro es ir a megaciudades (superiores a 4 millones de habitantes) siendo necesario unos sistemas de recogida y de gestión de residuos más eficientes y avanzados. Sólo mediante la aplicación de la tecnología y la concienciación ciudadana se puede alcanzar una mayor eficacia en el uso de los recursos y los imperativos ambientales marcados por la creciente presión demográfica.

En relación con la gestión de residuos, se están llevando a cabo actuaciones concretas tanto en la gestión de zonas verdes, en la limpieza urbana, recogida y tratamiento de residuos, la gestión integral del agua y servicios energéticos integrales. El análisis de los distintos servicios urbanos realizado en colaboración entre la Administración y las empresas prestadoras de los mismos debe detectar sinergias que permitan una integración óptima y específica de cada ciudad.

La tecnología juega un papel protagonista en la eficacia y mejora de los servicios urbanos, no única-

FIGURA 2
ESQUEMA TECNOLÓGICO DE LA APLICACIÓN DE SENSORES VOLUMÉTRICOS DE LLENADO EN CONTENEDORES Y GESTIÓN DE FLOTA DE VEHÍCULOS



FUENTE: Elaboración propia.

mente las tecnologías para el tratamiento y la gestión de los residuos sino también las tecnologías de la información y comunicación (TIC) que apoyan la adecuada gestión y optimización de los servicios urbanos. Actualmente las empresas del sector TIC ofrecen potentes herramientas para la gestión de la información basadas en comunicaciones inalámbricas, interfaces de nueva generación y plataformas tecnológicas. Por otro lado, las empresas suministradoras de instrumentación ofrecen numerosos equipos y sensores capaces de capturar los datos que se transfieren a las plataformas tecnológicas (ver figura 2) para su posterior tratamiento y explotación. En el ámbito tecnológico existen soluciones que favorecen la mejora continua de los servicios, sin embargo, no se debe perder de vista que son un medio y no un fin para la evolución hacia ciudades inteligentes y es por esto que se debe seguir trabajando en el diseño de modelos basados en indicadores realistas y que garanticen una mínima calidad de los servicios. Con todo, esta información permite añadir valor a los servicios actuales, mejorar la eficiencia de los recursos utilizados y por tanto, la calidad de vida del ciudadano.

Algunas de las propuestas que una solución integral de recogida de residuos considerada «Smart» y donde las TIC aportan un gran valor son:

- ✓ Optimización de rutas y reducción del consumo de energía, así como el uso de energías más renovables.
- ✓ Rediseño de vehículos para la mejora del transporte de los residuos urbanos, tanto para aumentar su

eficiencia energética (vehículo eléctrico, híbridos, etc.) como para la disminución de sus impactos ambientales (menores emisiones y ruido).

- ✓ Sistemas de detección para indicar el volumen de llenado y su vaciado preventivo.
- ✓ Detección de posibles robos o deterioro de contenedores.
- ✓ Minimización de los olores en las vías urbanas derivados de los contenedores de residuos.
- ✓ Utilización de la infraestructura fija y móvil de los servicios urbanos de recogida como plataformas para la captura de la información en tiempo real de parámetros como temperatura, emisiones CO₂, humedad, nivel de polen, etc.
- ✓ Flujo de información continua sobre reutilización y valorización de los residuos recogidos y tratados por los servicios.
- ✓ Detección de patrones de consumo por parte de la ciudadanía.
- ✓ Medidas de ahorro y eficiencia energética para la gestión inteligente del alumbrado público y los edificios de una ciudad.
- ✓ Medición de indicadores de calidad de los servicios.

En el caso de la recogida inteligente, un ejemplo es la información mediante el pesaje automático de los contenedores sobre camión y lectura de datos in si-

FIGURA 3
CAMIÓN QUE INCORPORA TECNOLOGÍA PARA LA INFORMACIÓN DE RECOGIDA DE RESIDUOS



FUENTE: Elaboración propia.

tu de los mismos. En la figura 3 se muestra un camión de recogida lateral en cuya cabina se incluyen los sistemas de información que el conductor va recopilando durante toda la ruta.

En la actualidad existen y están disponibles numerosas tecnologías para la adecuada gestión de los residuos. Esto es lo que se define como flexibilidad en los servicios. Esto significa que en función de la capacidad económica disponible por parte de cada Administración se le ofrece una solución concreta, cumpliendo todas ellas los requisitos mínimos de calidad. Por tanto, dependerá del nivel económico el disponer de una solución de bajo coste (o *low cost*), una solución intermedia o estándar y una opción de alto nivel (o *Premium*).

Sin embargo, lo que es realmente necesario en estos momentos para avanzar en el desarrollo de las ciudades inteligentes es analizar desde un punto de vista económico la viabilidad de la aplicación de cada tecnología disponible en función del caso específico de que se trate. Por citar un ejemplo, sería necesario concretar la cantidad y ubicación de sensores de llenado en los contenedores para optimizar correctamente una ruta de recogida. Una propuesta concreta en cuanto a cómo diseñar e implantar medidas para que una ciudad sea inteligente sería realizar un estudio entre la administración, las empresas suministradoras de tecnología (TIC) y las empresas suministradoras del servicio. El objetivo de este estudio sería evaluar la viabilidad técnico económica de las diferentes aplicaciones TIC que garanticen la calidad en los servicios, incrementen la eficiencia y consigan los potenciales ahorros económicos.

No hay que olvidar un tema importante para una ciudad inteligente en lo relativo a la gestión de los residuos, y es que debe existir una integración total entre los sistemas de recogida y tratamiento de los mismos. No parece lo más óptimo tener una recogida inteligente si el sistema de tratamiento posterior no dispone de una tecnología adecuada a ese nivel y viceversa. El ciudadano debe saber que gracias a su colaboración en la gestión de los residuos se consiguen obtener beneficios para la calidad de vida de su ciudad. Una ciudad que posea una buena infraestructura de tratamiento de sus residuos está contribuyendo a la lucha contra el cambio climático mediante la recuperación y valorización de los residuos generados.

COLABORACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS †

Hay un aspecto fundamental de la gestión de residuos y es la colaboración y concienciación de la sociedad civil, la Administración y las empresas prestadoras de los servicios. Se ha de definir un marco transparente de colaboración entre ellos. Los ciudadanos en la mayoría de los casos tienen predisposición a colaborar de forma desinteresada pero sería mucho más eficiente que esta colaboración se incentive por parte de la Administración, obteniendo el ciudadano una compensación por su apoyo.

Por parte de la Unión Europea se están llevando a cabo numerosas iniciativas para conocer más de cerca cuáles son las necesidades reales de la ciu-

FIGURA 4
APLICACIONES MÓVILES PARA LA COMUNICACIÓN CON LOS CIUDADANOS



FUENTE: Elaboración propia.

dadanía. En el proyecto denominado VOICES - Views, Opinions and Ideas of citizens in Europe of Science (<http://www.voicesforinnovation.eu>) se ha realizado un proceso de consulta de opiniones e ideas sobre residuos urbanos de distintos ciudadanos Europeos. Su conclusión principal es que si bien los ciudadanos están dispuestos a su participación activa en la gestión de los residuos, éstos desean conocer y tener algún beneficio por este esfuerzo. Las repercusiones de este proyecto son para los distintos agentes involucrados:

- **Industria:** puede hacer un uso de los resultados para identificar necesidades de mercado para innovaciones.
- **Investigadores:** pueden utilizar los resultados para alinear sus trabajos con respecto los principios de la Investigación Responsable e Innovación.
- **Educadores** pueden utilizar las conclusiones para proporcionar una perspectiva Europea en las discusiones en clase sobre temas actuales.
- **Universidades:** pueden utilizarlo como modelo de participación ciudadana.
- **Políticos y Administración:** ambos pueden definir la estrategia de investigación para ajustarse a la Investigación Responsable e Innovación.

Un ejemplo de éxito a nivel nacional, se da en el proyecto «Mi cuenta ambiental», iniciativa del Consorcio de Residuos de Valencia Interior donde reciclar tiene premio. Se trata de unas tarjetas personalizadas para cada titular del recibo con las cuales, cada vez

que recicle en la red de ecomóviles y de ecoparques del Consorcio, irá acumulando puntos que se traducirán en un ahorro económico en su tasa individual, haciendo así efectivo el lema «Cuanto más reciclas, menos pagas». El coste de la gestión de los residuos domésticos disminuye si baja la cantidad de residuos mezclados y, al mismo tiempo, se mejoran los resultados ambientales de la gestión de residuos.

Otro ejemplo de participación ciudadana es el desarrollo de aplicaciones móviles mediante las cuales los ciudadanos pueden comunicarse con la administración para informar de incidencias o anomalías del servicio. Además mediante un sistema multiplataforma y multicanal se ofrece información sobre los servicios disponibles al ciudadano. Esta misma plataforma se utiliza por parte de la empresa para comunicar al ciudadano en qué momento se atenderá esa demanda (figura 4).

Otros ejemplos donde se está trabajando es en la mejora de la participación ciudadana en el uso de puntos limpios fijos y móviles y recuperación eficiente de residuos. Estas mejoras se orientan cada vez más en lo relativo a la cercanía de estos puntos, información sobre los mismos, ubicaciones, tipologías de residuos y horarios de recogida.

CONCLUSIONES ▼

En la gestión de residuos urbanos no existe un modelo único. Éste dependerá de las condiciones y necesidades de cada ciudad. Además, para que una ciudad haga atractiva su calidad de vida deberá des-

arrollar políticas inteligentes en diferentes dimensiones, ambiental, económica y social. En numerosas ocasiones la tecnología necesaria está disponible pero su elevado coste hace muy difícil su implantación. Se deberían definir diferentes niveles de inversión por ciudadano.

Es necesaria un diseño y planificación integrada con una visión de conjunto de todas las actividades de un entorno urbano para conseguir una gestión excelente. Hay que tener claro que estos cambios no son rápidos y que las necesidades se irán cubriendo paulatinamente. Se tendrán por tanto que ir desarrollando e implantando políticas a medio y largo plazo. Para ello deberán tener en cuenta las oportunidades y debilidades de cada ciudad.

La integración flexible de los recursos humanos, tecnológicos y económicos es la clave para ofrecer servicios eficientes para cada una de las ciudades según sus características particulares, sin olvidar que de manera complementaria se deben diseñar modelos de colaboración público-privada que fomenten la transparencia, concienciación y participación, en la aplicación de soluciones innovadoras para la limpieza viaria, la recogida y el adecuado tratamiento de los residuos urbanos, el mantenimiento y la gestión de parques y zonas verdes, la gestión del agua y la eficiencia energética.

En los servicios urbanos existen sinergias que facilitarían determinadas integraciones con sus correspon-

dientes beneficios, sin embargo, el marco legal actual no es claro en su implementación y tampoco favorece la definición de un modelo de negocio equilibrado. Por lo tanto, se debe seguir trabajando en los cambios necesarios en la normativa para facilitar el diseño y puesta en marcha de nuevos servicios inteligentes.

Las empresas prestadoras de los servicios urbanos somos conscientes que los nuevos requerimientos y formas de actuar para la prestación de servicios urbanos en las ciudades, solo podrán ser satisfechos mediante soluciones integradoras y con la flexibilidad suficiente para ofrecer la mejor relación calidad-precio. Esta flexibilidad se resume en disponer de diferentes soluciones, que dependiendo del presupuesto disponible, abarcan desde una solución básica hasta una solución tecnológica más avanzada y en todos los casos adaptables a cada necesidad concreta logrando en cualquier caso la máxima eficiencia.

NOTAS

- [1] CMMAD (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo) (1988): *Nuestro futuro común* (Informe Brundtland), Madrid, Alianza Editorial.
- [2] IESE Cities in Motion. Índice 2014.
- [3] «Hoorweg, Daniel; Bhada-Tata, Perinaz (2012): *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388> License: CC BY 3.0 IGO.”
- [4] www.ine.es. Consultada Octubre 2014.
- [5] <http://www.redciudadesinteligentes.es/>

MOVILIDAD INTELIGENTE

FIAMMA PÉREZ PRADA

GUILLERMO VELÁZQUEZ ROMERA

VICTORIA FERNÁNDEZ AÑEZ

JAVIER DORAO SÁNCHEZ

Centro de Investigación del Transporte
(TRANS y T - UPM)

Actualmente más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas, cifra que se espera que aumente hasta el 70% en 2050. Además, a día de hoy, el 70% de la riqueza global se genera en las ciudades. Es por esto que las políticas y esfuerzos presupuestarios dedicados por los gobiernos centrales a las ciudades está aumentando significativamente en un

gran número de países, al considerarse éstas como los motores básicos del crecimiento económico. Si nos centramos en la Unión Europea, actualmente más del 60% de la población vive en ciudades, generando 85% de la riqueza de acuerdo con el Green Paper on Urban Mobility (EC, 2007).

Desde el punto de vista económico, las ciudades tienen el potencial de producir sinergias y aumentar los rendimientos de escala, lo que las hace tremendamente eficientes, permitiendo a sus habitantes tener grandes oportunidades de desarrollo. No en vano la ciudad es por definición un sistema inteligente que tiene como objetivo mejorar la eficiencia económica y la calidad de vida de las personas que habitan en ella. Pese a las grandes ventajas derivadas de la economía de la aglomeración, en las ciudades también se producen problemas de difícil solución, muchos de ellos asociados a la movilidad: contaminación, cambio climático, congestión del tráfico, expansión urbana, etc. Pero también muchos otros retos que deben de ser tenidos en cuenta como la desigualdad social o la pobreza energética, y que llevan a una reducción de la calidad de vida de sus habitantes. A medida que las ciudades crecen, también aumentan el coste para hacer frente

a las necesidades básicas de la sociedad y la presión ejercida sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Las ciudades consumen más del 75% de la producción de energía mundial y generan el 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero (Lazariou *et al.*, 2012). El transporte desempeña un papel clave en el ahorro de energía y la reducción de emisiones.

Uno de los elementos fundamentales para fortalecer la vitalidad económica de las ciudades es que sigan pautas de movilidad eficientes y sostenibles asegurando así el intercambio de personas y mercancías de modo eficiente, pero limitando las externalidades ambientales y sociales. No sólo es importante limitar los impactos ambientales, sino que se debe asegurar que la calidad de vida en este entorno sea lo más alta posible, para que las ciudades sean lugares donde la actividad social y económica sea atractiva.

Sin embargo, el creciente aumento de tráfico en los núcleos urbanos trae consigo una serie de consecuencias negativas: degradación del entorno local debido a un aumento de la contaminación atmosférica y del ruido, aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, mayor coste energético de los despla-

ILUSTRACIÓN 1 KUALA LUMPUR



AUTOR: Smart Abdul Hamid (2013).

zamientos, incremento de los accidentes de tráfico especialmente entre los llamados usuarios vulnerables, incremento de los tiempos de viaje y pérdidas económicas importantes (EC 2007). La Comisión Europea en el Libro Blanco publicado en 2011 (EC2011a), «Hacia un Sistema de Transportes competitivo y eficiente en recursos», considera que el transporte todavía no es sostenible debido a su alta dependencia del petróleo, a los altos índices de congestión y los impactos medioambientales y económicos que ello conlleva. Tampoco lo es desde el punto de vista social debido a los enormes costes derivados de la elevada accidentalidad y los problemas de accesibilidad. Conseguir una movilidad eficiente (en relación a los recursos utilizados) y sostenible es uno de los desafíos de las ciudades del futuro.

En este marco y gracias a las innovaciones tecnológicas surge el concepto de *Smart City* como una herramienta para conseguir ciudades más eficientes y sostenibles. La *Smart City* o ciudad inteligente se define como un sistema holístico que interactúa con el capital humano y social utilizando soluciones basadas en las TIC. Su objetivo es lograr el desarrollo sostenible y la calidad de vida en la ciudad de forma eficiente, basándose en la cooperación entre distintos agentes articulados por la municipalidad. En el ámbito de la movilidad urbana, las *Smart Cities* juegan un papel muy importante en la resolución de los problemas mencionados anteriormente. Así los nuevos avances tecnológicos posibilitan un entorno cooperativo en el cual los usuarios de la vía, los sistemas de transporte, las infraestructuras y otros agentes externos estarán conectados. Las nuevas soluciones de Movilidad Inteligente se presentan como una gran oportunidad para optimizar y mejorar la planificación y operación eficiente de los sistemas de transporte así como para contribuir a reducir sus principales externalidades (ver ilustración 1).

EL PAPEL DE LA MOVILIDAD EN LAS CIUDADES INTELIGENTES ▼

La movilidad urbana ha adquirido importancia de manera gradual debido al crecimiento de las ciudades en los últimos años. El aumento de tráfico en los núcleos urbanos, la congestión urbana y su externalidades tanto económicas (la congestión le cuesta a Europa alrededor del 1% del Producto Interno Bruto (PIB) cada año), como sociales (69% de los accidentes de tráfico se produce en las ciudades) y ambientales (por ejemplo, 25% de las emisiones de CO₂ emitidas en las ciudades procede del transporte, además la contaminación del área producida por el tráfico rodado ha sido identificada como un objetivo prioritario en la salud pública en Europa) son considerados factores clave en la degradación de la calidad de vida en las ciudades (Libro Blanco, 2011). La movilidad en las ciudades actuales se caracteriza por unos patrones de movilidad más difusos, con unas distancias de viaje más largas y un continuo crecimiento del nivel de motorización (IDAE 2008).

Las acciones financiadas por la UE en materia de investigación e innovación se han centrado hasta ahora en el desarrollo de nuevas estrategias de movilidad y en la reducción de sus externalidades (TRIP, 2013b). El nuevo programa de investigación de la UE, Horizonte 2020, plantea entre sus objetivos relacionados con la movilidad urbana, las siguientes prioridades:

- Lograr un transporte más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
- Conseguir un sistema de transporte sin costuras («seamless») para alcanzar una mejor movilidad, menos congestión y mayor seguridad.
- Mantener un sector de transporte competitivo a nivel mundial.

ILUSTRACIÓN 2 MASDAR SMART CITY



AUTOR: Forgemind Archimedia (2010).

- Conseguir nuevos desarrollos que permitan reducir a la mitad el uso de vehículos de combustión, impulsando los viajes no motorizados y el transporte público.

Desde el punto de vista técnico, para alcanzar los objetivos políticos de la UE sobre la movilidad urbana hay que encontrar mejores maneras de equilibrar la demanda con la capacidad real del sistema de transporte, por tanto la gestión de la movilidad y la planificación integrada debe ser un objetivo político (ECTRI, 2011). Además, para alcanzar una movilidad sostenible y eficaz se necesita coordinación entre los sistemas de transporte urbano del futuro y los sistemas de planificación y toma de decisiones, siendo necesario por tanto, una reforma profunda de las instituciones y las prácticas de gobierno (ECTRI, 2013).

En este contexto, las Ciudades Inteligentes se presentan como una solución para lograr un desarrollo urbano más sostenible al tiempo que aumenta la calidad de vida de sus ciudadanos a través del uso de las nuevas tecnologías (Neirotti, 2013). La Movilidad Inteligente se basa en «formas innovadoras y sostenibles de proporcionar un medio de transporte para los habitantes de las ciudades, como el desarrollo de sistemas de transporte público y de vehículos basados en combustibles y sistemas de propulsión respetuosos con el medio ambiente, apoyados en avances tecnológicos y en comportamientos proactivos de la ciudadanía» (Neirotti, 2013).

En la era de la revolución digital, la movilidad urbana se enfrenta al reto de identificar y hacer el mejor uso de las tecnologías de la información para procesar y permitir el análisis de grandes volúmenes de datos de forma estructurada e integrada. En el transporte urbano, el propósito de las *Smart Cities* es desarrollar sistemas flexibles de información y de toma de decisiones para operar distintos modos de transporte en tiempo real impactando positivamente en

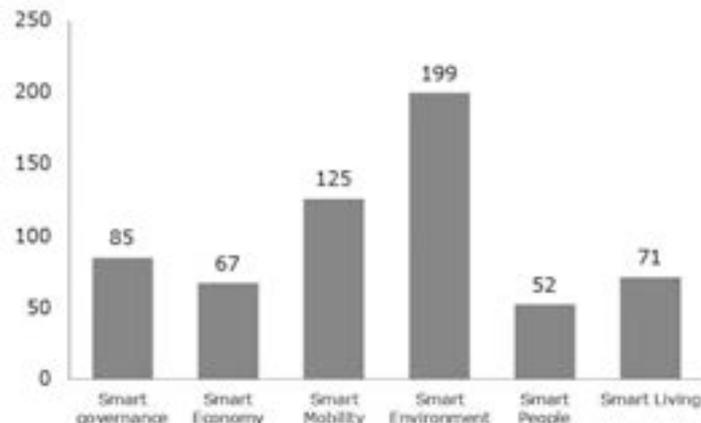
el ahorro de tiempo de los usuarios y la mejora en la eficiencia en los desplazamientos, el ahorro económico y la reducción de emisiones de CO₂. El papel de los gobiernos locales, crucial en los enfoques de *Smart City*, resulta fundamental en esta área, y es que un porcentaje muy importante de los presupuestos municipales se dedica al ámbito de la movilidad urbana (ver ilustración 2).

Así, la Movilidad Inteligente busca ofrecer una red de transporte lo más eficiente, limpia e igualitaria posible para las personas, las mercancías y los datos. Aumenta el potencial de las tecnologías existentes para compartir y proporcionar información a los usuarios, los planificadores y los encargados de la gestión del transporte, permitiendo la modificación y mejora de los modelos de movilidad urbana y los mecanismos de planeamiento, además del fomento de la multimodalidad mediante la mejora de la coordinación e integración de los diferentes medios de transporte.

Aunque este capítulo se centra en la movilidad de pasajeros y mercancías, es importante prestar especial atención al papel que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación juegan en este ámbito, constituyendo el elemento definitorio no sólo de la ciudad Inteligente, sino también de la Movilidad Inteligente. La infraestructura TIC compromete las necesidades de los hardwares y softwares de intercambio de datos entre los diferentes agentes y el hábitat de la ciudad. Refiriéndose a la movilidad inteligente en las *Smart Cities*, se incluyen diferentes áreas:

- Sistemas para recolección de datos: son los sistemas de monitoreo y posicionamiento.
- Sistemas y protocolos de comunicación de datos: por ejemplo, entre los centros de control de tráfico, entre y desde los vehículos, o entre vehículos, estaciones y pasajeros.

GRÁFICO 1
ANÁLISIS DE PROYECTOS DE SMART CITY EN LA UNIÓN EUROPEA



FUENTE: European Parliament (2014).

■ Sistemas de calidad en la recolección de datos: se refiere a la exactitud de los datos y su comunicación en tiempo real.

MOVILIDAD INTELIGENTE EN LA UNIÓN EUROPEA †

En el año 2013, la Unión Europea lanzó el primer borrador público del plan operacional de implementación para el consorcio europeo para la innovación en *Smart Cities* («European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities») que centraba sus esfuerzos en *Smart Cities* en 3 campos: energía, movilidad y TICs (EU, 2013). Se trataba de una visión centrada en la tecnología, la innovación y la industria la cual no buscaba tratar los tres ámbitos por separado, sino integrarlos. A la hora de conceptualizar la Smart City la Unión Europea ha ido cambiando paulatinamente su discurso incluyendo nuevos ámbitos de acción. En su informe «Mapping Smart cities in the UE» define «una ciudad inteligente conecta el capital humano, el capital social y la infraestructura de las TICs para abordar los asuntos públicos, lograr un desarrollo sostenible y aumentar la calidad de vida de sus ciudadanos». En la actualidad se ha tomado como referente la división entre ámbitos de la *Smart Cities* realizada en el documento «Smart Cities - Ranking of European Medium-Sized cities» (Giffinger, 2007) en 6 ámbitos: gobernanza, economía, medio ambiente, movilidad, personas y hábitat. Esta nueva clasificación de ámbitos proporciona una visión más completa y compleja de la ciudad, si bien aún separada en diferentes ámbitos, y desplaza la tecnología como tema principal del discurso. Así, a través de las diferentes clasificaciones de acciones de la *Smart City*, la movilidad pasa a ser un tema central y se mantiene. Al mismo tiempo, las nuevas tecnologías se convierten en un tema transversal presente en la ciudad a través de todos los diferentes ámbitos de estudio.

Analizando la implementación de proyectos en el ámbito europeo realizada con motivo del informe

anteriormente citado «Mapping Smart Cities in the EU», se observa la influencia del planteamiento inicial de la Unión Europea. Los proyectos de Ciudad Inteligente implementados hasta ese momento afectan principalmente a los ámbitos de Medio Ambiente y Movilidad. Sin embargo este nuevo enfoque pone en relieve la importancia de nuevos aspectos como gobernanza, hábitat, economía y ciudadanía. Estos temas no deben afrontarse como silos estancos sino comprendiendo la complejidad de la ciudad incorporando una visión holística que los ponga en relación. Por ello, a la hora de desarrollar estrategias inteligentes de movilidad, las propuestas deben tener en cuenta la interrelación con otros ámbitos, incluyendo aspectos sociales y económicos, además de los medioambientales y tecnológicos potenciados en un principio en el concepto de *Smart City* (ver gráfico 1).

Mientras las ciudades continúan su crecimiento sin pausa, sus retos tienen que ser pensados cuidadosamente de modo que el crecimiento poblacional, la sostenibilidad económica y el progreso social avancen en la misma dirección. Las ciudades son lugares en los que la desigualdad se acentúa y, si no se gestiona de forma adecuada, los efectos negativos pueden sobrepasar los positivos. Los retos de las ciudades deben ser afrontados con una perspectiva holística de forma que las ciudades se conviertan en un lugar mejor para vivir. En las ciudades europeas, los cambios demográficos y la crisis financieras han hecho más urgente el hacer frente a esos retos. Y no se trata sólo de problemas que deben ser solucionados en el presente, pues los retos futuros deben ser tenidos en cuenta de forma integrada, tal y como propone el documento de la Comisión Europea «Cities of tomorrow». Las decisiones en planeamiento y gestión urbana tienen consecuencias a largo plazo que deben ser previstas. Pese a seguir este enfoque holístico, estos retos pueden ser clasificados en torno a los diferentes temas que las iniciativas de *Smart city* abordan (ver ilustración 3, en página siguiente).

ILUSTRACIÓN 3 MOVILIDAD DE LA CIUDAD



AUTOR: Regiars, (2013).

Se han identificado los retos principales a los que las ciudades deben hacer frente y a los que las propuestas de Movilidad Inteligente deben dar respuesta:

Movilidad sostenible. Existe a nivel global la necesidad de un cambio del modelo de movilidad hacia un sistema sostenible que incluya una combinación de transporte público y privado más eficiente energéticamente y espacialmente, además del aumento de los medios de transporte no motorizados.

Movilidad inclusiva. Una red de movilidad debe ser asequible y accesible para toda la población, independientemente de sus capacidades físicas, su género, su edad, su procedencia cultural o sus condiciones socio-económicas. Los sistemas de movilidad desempeñan un papel fundamental a la hora de evitar la polarización espacial facilitando el acceso de todos los habitantes y visitantes de la ciudad a la totalidad del tejido urbanizado.

Sistemas de movilidad multimodal. La diferencia en densidad e infraestructuras entre zonas de la ciudad da lugar a un modelo u otro de transporte eficiente por áreas. Consecuentemente, los sistemas de movilidad públicos y de logística necesitan funcionar como una red fluida en la que un ciudadano o la empresa de reparto debe tener la posibilidad de cambiar de un medio de transporte a otro, haciendo un uso eficiente de cada uno de ellos.

Movilidad no motorizada. Dentro de los nuevos modelos de transporte, la movilidad no motorizada, y en concreto la que no depende del vehículo privado, debe potenciarse, mientras que la movilidad en vehículo privado debe hacerse social y económicamente menos atractiva (Neirotti, 2013).

Reducir la congestión de tráfico. La congestión de tráfico tiene efectos negativos tanto en la salud del ciudadano como en las condiciones medioambientales y económicas. Consume energía, espacio y reduce la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Reducir las emisiones. Las emisiones de CO₂ son una de las principales fuentes responsables del cambio climático. Pero además, la movilidad motorizada emite otro tipo de gases como NO_x, PM2,5, PM10, entre otros, que afectan directamente en la salud de las personas. Reducir la movilidad dependiente de los combustibles fósiles permitirá la reducción del nivel de contaminación y favorecerá la mejora de las condiciones medioambientales. Sin embargo, el uso de los motores que funcionan mediante energías renovables no solventará por completo el problema de la contaminación, ya que entre el 15 y el 25% de las partículas sólidas emitidas por el transporte se deben al frenado y consumo de neumáticos y la transformación de la energía necesaria en el caso de vehículos eléctricos puede dar lugar a la emisión de partículas (sin embargo esta emisión se realizará en el lugar de su transformación, reduciendo el efecto directo en las personas que produce una emisión de partículas local).

CAMPOS DE LA MOVILIDAD EN LOS QUE LAS SMART CITIES ESTÁN DESEMPEÑANDO UN PAPEL FUNDAMENTAL ↓

Los proyectos de Movilidad inteligente que están siendo desarrollados en la actualidad reflejan este cambio de paradigma hacia fuentes de energía alternativas y transporte no motorizado. Así, los retos de la movilidad en las ciudades deben afron-

tarse mediante programas a nivel ciudad o área metropolitana que sean capaces de proponer alternativas a la movilidad urbana con una visión global y comprehensiva. Los proyectos de movilidad comprendidos en las estrategias de *Smart Cities* están organizados en diversos tipos de movilidad que va desde la peatonal a la motorizada, otorgando también especial importancia a la multimodalidad o las posibilidades de intercambio entre ellas. Una segunda clasificación puede realizarse respecto a la propiedad de los medios de transporte: tanto la movilidad mediante transporte público o en transporte privado deben ser tenidas en cuenta. Por último, la movilidad en la ciudad no se refiere únicamente a pasajeros, sino que el transporte de mercancías juega un papel fundamental en el que la introducción de las nuevas tecnologías supone una mejora sustancial atendiendo a eficiencia y sostenibilidad. Los avances en la infraestructura del transporte y en su gestión constituyen elementos clave en los proyectos de *Smart City* que incluye la dimensión de la movilidad. Los retos a los que se pretende hacer frente a través de estos proyectos están muy cercanos a la dimensión medioambiental, y guardan una estrecha relación con los temas de contaminación y ahorro energético. La sostenibilidad se convierte también en tema clave e hilo conductor de las estrategias inteligentes de movilidad en la ciudad, articulando las iniciativas y favoreciendo un enfoque multidimensional que tenga en cuenta factores económicos, sociales y ambientales.

Gestión del tráfico ▾

La gestión del tráfico desde un punto de vista «*Smart*» se refiere a la organización inteligente de los flujos de tráfico para conseguir carreteras más seguras y menos congestionadas reduciendo las externalidades negativas (gasto energético, contaminación, etc). La importancia de una gestión inteligente del tráfico reside en su capacidad para mejorar la movilidad sostenible, la contaminación y la congestión producidas por el tráfico. La evolución de la tecnología y de las tecnologías de la información y la comunicación han ampliado el abanico de posibilidades que la gestión inteligente del tráfico ofrece a través de plataformas para optimizar los flujos de tráfico en las cuales diferentes entidades pueden colaborar (a nivel local, regional, etc.), sistemas de aparcamiento inteligente (mediante sensores colocados bajo la calzada o cámaras que analizan el espacio disponible para aparcar), gestión variable, monitorización y control del tráfico, así como la velocidad dependiendo del óptimo por flujos, semáforos de control en los accesos a autovías dependiendo de la saturación de la carretera (ramp metering) o la posibilidad de abrir los arcones al tráfico en tiempo real para aumentar el espacio de rodado.

Todas estas nuevas posibilidades de gestión del tráfico se pueden sintetizar en 4 grupos:

- ✓ Gestión de los flujos de tráfico.
- ✓ Gestión de las incidencias.

✓ Mejora de la seguridad.

✓ Información al viajero en tiempo real.

La comunicación entre la información recogida para estos cuatro subgrupos es considerado de vital importancia para una adecuada gestión. San Francisco Transit Agency afirma que un promedio del 30% del tráfico de las ciudades está generado por viajeros en busca de aparcamiento. Por esta razón, la integración de sistemas de aparcamiento inteligente está cobrando cada vez mayor importancia en los planes de movilidad actuales. Sin embargo, estas iniciativas llevan aparejado el riesgo de fomentar el vehículo privado en la ciudad al facilitar la búsqueda de aparcamiento, con las externalidades que este aumento conlleva. Por esta razón se considera muy importante introducir estas iniciativas junto a un servicio regulado de aparcamiento o de peaje adaptado a las condiciones y necesidades de la ciudad.

Se ha demostrado que la velocidad óptima de circulación en una carretera depende del volumen de saturación de la misma reduciendo el número de frenadas. Por esta razón han comenzado a implementarse sistemas dinámicos de limitación de la velocidad máxima, reduciéndola hasta la óptima cuando el tráfico es más denso. Un buen ejemplo sería la M25 en Londres, que permite gestionar en tiempo real la velocidad de circulación dependiendo del volumen de flujo de vehículos (ver ilustración 4, en la página siguiente)).

Transporte público ▾

El transporte público urbano ha sido una de las áreas que tradicionalmente mayor uso ha hecho de las nuevas tecnologías, aunque centradas principalmente en el lado de la gestión. Sin embargo, la penetración del enfoque *Smart* continúa modificando intensamente el panorama del transporte público desde su misma concepción, ampliando los esquemas de servicio que abarca su definición: transporte en autobús, tren u otro modo, de propiedad pública o privada, que proporciona al público un servicio general (o especial) de forma regular y continua.

Desde el punto de vista de la demanda, y del mismo modo que en otras áreas de la *Smart City*, las soluciones de transporte público que evolucionan adaptándose a las necesidades y expectativas de los clientes, y no al revés son las que prosperan. Con la aparición de soluciones como planificadores de viaje, apps de información del servicio en tiempo real, esquemas de uso compartido, o la exigencia de servicios bajo demanda. El cliente tipo de los servicios de transporte evoluciona, con un perfil cada vez más flexible y multimodal.

Desde el punto de vista de la gestión, el desarrollo de las nuevas tecnologías, además de estar impac-

ILUSTRACIÓN 4 MASDAR CITY



AUTOR: Forgemind Archimedia (2010).

tando la demanda del servicio y generando demanda de otros servicios complementarios, está liderando un cambio en los procesos permitiendo su optimización, aumentando la seguridad, diversidad y calidad de servicio, al mismo tiempo que las emisiones, los tiempos de viaje y la energía consumida se ven reducidas. Destaca la introducción de soluciones como tarjetas y tarifas de transporte integrado, posicionamiento de flotas, flotas de bicicleta pública, vehículos públicos eléctricos y soluciones open data.

Los principales retos en que el transporte público participa en la *Smart City* son los de lograr una movilidad sostenible, integrada e inclusiva; reducción del consumo energético y la emisión de contaminantes, así como de la congestión y la ocupación de espacio público. Resulta esencial para todo ello una política de transporte público que abrace la multimodalidad como pieza clave del sistema fomentando el uso de modos alternativos al vehículo privado, ya sea a modo sustitutivo o complementario.

Las iniciativas más arriba enumeradas pueden ser englobadas en:

- ✓ Información a viajeros en tiempo real.
- ✓ Información de gestión en tiempo real.
- ✓ Mejoras de seguridad física y protección.
- ✓ Modos de pago integrado.

Destaca la iniciativa de colaboración entre ciudades europeas *Opticités* apoyada en la implantación de soluciones innovativas piloto de movilidad inteligente para el intercambio de Buenas Prácticas.

Logística

Una de las piezas claves de la movilidad inteligente es la gestión de los flujos logísticos a nivel urbano, integrando de forma efectiva los negocios en la ciudad, ya que la distribución urbana de mercancías contribuye ampliamente al desarrollo económico de esta. Debe tener en cuenta las necesidades de los sectores público y privado. Aunque el porcentaje de vehículos/kilómetro de los camiones no supone más del 10% del tráfico de las carreteras europeas, estos pueden originar fácilmente la mitad de las emisiones de dióxido de nitrógeno, cerca de un tercio de las partículas en suspensión y más del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La importancia de una gestión inteligente de la logística se debe a su capacidad para mejorar la movilidad sostenible, la contaminación y la congestión del tráfico. Ya en la época dorada de los romanos, con Julio César como emperador de Roma, el tráfico de bienes fue prohibido durante el día debido a los importantes efectos negativos que producía en la ciudad. A día de hoy, limitaciones de este tipo se consideran inaceptables, pues no se puede obligar a un pequeño negocio a mantener sus puertas abiertas durante la noche para realizar los servicios logísticos sin que esto afecte negativamente a su horario de apertura y venta al público. Con el desarrollo de las nuevas tecnologías de comunicación y el concepto de *Smart City* cogiendo fuerza para gobiernos municipales, empresas y universidades de la ciudad, la logística ha encontrado nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la calidad de vida de los ciudadanos. En este campo se están

desarrollando plataformas para la logística integrada, renovaciones de la flota de transporte con objeto de adaptarla a las necesidades actuales, fomento de la multimodalidad en la logística o la localización en tiempo real de los productos mediante el seguimiento de flotas.

Estas iniciativas pueden clasificarse en:

- ✓ Mejora en la capacidad de seguimiento y trazabilidad de las mercancías.
- ✓ Gestión de las flotas.
- ✓ Gestión del almacenamiento.
- ✓ Multimodalidad en la logística.

El tamaño de la mercancía, la distancia entre el punto de origen y destino, las infraestructuras y el volumen suelen determinar el tipo y tamaño de vehículo utilizado para el transporte. Sin embargo, en una ciudad, aspectos como el nivel de congestión en tiempo real, la calidad del aire o la prohibición de acceso a vehículos privados en preferencia de peatones o bicicletas en determinadas calles aumenta el número de variables a tener en cuenta para la definición del tipo de vehículo. Para ello, las cuatro categorías de la logística de la *Smart City* anteriormente nombradas, deben ponerse en funcionamiento conjuntamente para adaptar la circulación de vehículos con funciones logísticas a las necesidades específicas de cada zona de la ciudad y tipo de bien repartido. Se ha observado un mayor nivel de este tipo de acciones con carácter piloto principalmente en zonas de acceso restringido a vehículos motorizados, con acciones como la «última milla», donde las mercancías, tras ser almacenadas en puntos cercanos al origen (última milla), son desplazadas en un vehículo eléctrico o no motorizado del tamaño óptimo (bicicleta eléctrica por ejemplo) hasta su destino final. Este tipo de iniciativas requieren una perfecta coordinación entre los cuatro grupos anteriormente nombrados: seguimiento de mercancías, multimodalidad, gestión de flotas y gestión de almacenamiento.

Opciones de movilidad limpias y no-motorizadas ▼

Uno de los objetivos de la movilidad inteligente en la ciudad consiste en priorizar las opciones de no motorizadas y limpias. El proceso deberá sustituir los combustibles convencionales por energías renovables, aumentar el transporte público, disminuir los flujos de tráfico a través de la gestión de la demanda y el planeamiento urbano y facilitar los desplazamientos a pie y en bicicleta, todo ello utilizando como herramienta principal las nuevas tecnologías y basándose en la conectividad entre viajeros y gestores de los sistemas de transporte. Proporcionar opciones de movilidad limpias y no-motorizadas tiene un efecto directo en diversos retos de las ciudades, contribuyendo a implantar sistemas de movilidad más sostenibles, favoreciendo la multimodalidad, disminuyendo la contaminación, y todo ello yendo en de-

trimento de la movilidad mediante vehículo privado. Las opciones de movilidad inteligente limpias y no motorizadas pueden fomentarse a través de medidas y políticas apoyadas en las posibilidades que las nuevas tecnologías ofrecen. Los principales ámbitos de actuación en los que estas medidas se desarrollan en la ciudad inteligente consisten en fomentar:

Energía limpia en el tráfico y en el aparcamiento.

Mediante implantación de infraestructura para el vehículo eléctrico, renovación de flotas de vehículos públicos introduciendo vehículos que no utilicen combustibles fósiles, regulaciones que penalicen los combustibles fósiles o los vehículos contaminantes (por ejemplo, a la hora de pagar las tasas de aparcamiento o de permitir la circulación en centros urbanos), utilización de sensores que funcionan con energías renovables o aparcamientos robotizados.

Opciones de movilidad ciclista y peatonal.

pueden gestionarse las zonas peatonales de acuerdo a las necesidades de la ciudad en tiempo real, instalarse sistemas de alquiler de bicicletas públicas o conocer información en tiempo real de la movilidad ciclista y peatonal para el diseño de las vías de movilidad no motorizada.

Alternativas de movilidad motorizada.

Entre éstas destacan los sistemas de *car pooling* y *car sharing*. En los sistemas de *car pooling*, se alquilan vehículos, preferiblemente eléctricos, cubriendo las necesidades de vehículo privado en la ciudad. Entre otras, la ciudad de Málaga ofrece ya este servicio a través de su proyecto ZEM2ALL (*Zero Emissions to all*), que pretende poner al alcance de todas las personas la movilidad libre de emisiones. Los sistemas de *car sharing* o coche compartido ponen en contacto a viajeros que van a realizar trayectos coincidentes para reducir el número de vehículos privados.

La multimodalidad juega un papel fundamental a la hora de fomentar estas iniciativas, como veremos posteriormente, permitiendo por ejemplo la implantación de aparcamientos disuasorios en conexión con servicios públicos de transporte, incluyendo la bicicleta, pudiendo conocer la disponibilidad en tiempo real de los servicios y limitando así el uso del transporte privado (ver ilustración 5, en página siguiente).

Accesibilidad ▼

Un objetivo transversal presente en cualquier iniciativa de movilidad inteligente es lograr la accesibilidad universal fomentando que ciudadanos con diferentes condiciones sociales, económicas, culturales y físicas, incluyendo personas discapacitadas, tengan acceso en las mismas condiciones a los sistemas de comunicación, transporte, información y otros servicios y dotaciones.

En el Libro Blanco de la Accesibilidad en España, esta se define de la siguiente manera:

ILUSTRACIÓN 5 SISTEMA PÚBLICO INTELIGENTE DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS



AUTOR: William Murphy (2009).

«Accesibilidad es el conjunto de características de que debe disponer un entorno, producto o servicio para ser utilizable en condiciones de confort, seguridad e igualdad por todas las personas y, en particular, por aquellas que tienen alguna discapacidad».

La accesibilidad afecta a la sostenibilidad económica y social del sistema de transporte en la ciudad, al reto de la movilidad inclusiva y juega un papel fundamental en la multimodalidad del sistema de transporte y el fomento de la movilidad no motorizada al tener un fuerte componente de transporte público. El concepto de accesibilidad engloba no sólo la accesibilidad física sino también la socioeconómica y la cultural. En su aplicación a la ciudad inteligente, y en este caso, a la movilidad, la accesibilidad digital resulta fundamental para reducir la brecha tecnológica y asegurar que todas las personas puedan ser partícipes de las posibilidades de los nuevos avances tecnológicos.

La movilidad inteligente ofrece múltiples posibilidades para la mejora de la accesibilidad a los sistemas de transporte en la ciudad para todas las personas: garantizar la accesibilidad al transporte público y a los servicios y equipamientos urbanos, promoción de la equidad (mediante, por ejemplo, sistemas de pago asociados a los ingresos), adaptación del transporte para personas discapacitadas y tercera edad, medidas para fomentar la igualdad de género en el transporte o integración de servicios a través de sistemas integrados. Un buen ejemplo de estas es la Tarjeta ciudadana de Zaragoza, en la que se integra el acceso a autobús, sistema público de préstamo de bicicletas y parking con otros servicios ciudadanos como la administración electrónica y servicio

municipal de WIFI, además de a centros de mayores, bibliotecas, museos y centros deportivos

Multimodalidad

La multimodalidad es uno de los retos principales de la movilidad inteligente de la Smart City. Definida como el aumento en la oferta de varios modos de transporte público y/o privado de forma conjunta para satisfacer necesidades de movilidad de pasajeros y bienes de forma óptima. Desde una perspectiva global, la movilidad urbana está cambiando rápidamente. Los vehículos individuales (coches y bicicletas) de carácter público (ya sean gestionados por empresas privadas o públicas), son cada vez más populares difuminando la tradicional separación entre el transporte individual –privado– y colectivo –público–. Por otra parte la movilidad individual se desplaza cada vez más hacia la electrificación y automatización de los vehículos, con los vehículos inteligentes y las comunicaciones M2M como tecnologías disruptivas en el horizonte.

Al mismo tiempo la movilidad colectiva evoluciona hacia una mayor información al usuario, capacidad de adaptación ante incidencias singulares e integración de servicios. Se plantea la cuestión de que, al menos en el entorno urbano, el transporte público es la solución definitiva del mañana. Por lo tanto, con el triunfo de la economía de los servicios centrados en el cliente, los operadores de transporte público tienen como reto el evolucionar hacia la provisión de movilidad integrada, avanzando hacia esquemas urbanos de oferta de movilidad como servicio.

El cambio de estilos de vida ha dado lugar a viajes más frecuentes y variados, y el ciudadano busca cada vez

más soluciones de movilidad de tipo puerta a puerta. Por una parte los operadores tradicionales de transporte público tienen el desafío de adaptarse a prestar servicios cada vez más flexibles y variados, integrando en sus esquemas de servicios a los usuarios de vehículo privado. La movilidad combinada aparece como la alternativa óptima, permitiendo el uso del modo más eficiente en cada momento y área de la ciudad, combinando los esquemas tradicionales con los de coche compartido, bicicleta compartida, taxi, alquiler de coches o caminar. El esquema multimodal proporciona una oferta de movilidad completa y adaptable a estilos de vida cambiantes. Las innovaciones tecnológicas (información en tiempo real y planificadores de viaje) resultan esenciales para obtener el máximo beneficio del esquema multimodal. El transporte público tiene por tanto una fantástica oportunidad para dar forma y definir las ciudades inteligentes y sostenibles del mañana. Sólo una oferta de movilidad combinada puede competir con el vehículo privado en términos de flexibilidad, conveniencia y coste.

Con respecto a los retos en que la multimodalidad colabora de cara a la consecución de la *Smart City*, se puede distinguir entre iniciativas asociadas a la multimodalidad en el ámbito de mercancías, colaborantes en los retos de sostenibilidad, de reducción del consumo energético y de la emisión de contaminantes, así como de la congestión y la ocupación del espacio público; e iniciativas de multimodalidad para viajeros cuyos principales retos son lograr una movilidad sostenible, integrada e inclusiva; asimismo avanzar en la reducción del consumo energético y la emisión de contaminantes, de la congestión y de la ocupación del espacio público. El fomento de modos no motorizados se considera un reto importante desde el punto de vista de la planificación, con la inclusión de esquemas de bicicleta y la recuperación de espacios para la misma y para el peatón, facilitando el objetivo de lograr una ciudad más vivible.

Destacan en este ámbito iniciativas como las de integración tarifaria entre modos y operadores llevadas a cabo en Londres o Madrid, la oferta de datos en abierto en Santander, Chicago o San Francisco o iniciativas privadas de planificadores multimodales como *Moovit*, *Citymapper* o *Waze*. Otro ejemplo lo constituye la iniciativa *Smile* llevada a cabo en Viena donde se ha desarrollado una app de optimización de rutas y que permite la compra de billetes online.

CONCLUSIONES

La Movilidad Inteligente constituye un elemento fundamental de la *Smart City* desde su planteamiento inicial. Resulta clave para hacer frente a la necesaria reducción de emisiones y el ahorro energético, a la congestión en las ciudades, así como a los problemas sociales y económicos asociados a la accesibilidad y la conectividad. La Movilidad Inteligente proporciona soluciones a los retos de las ciudades actuando de forma integrada en diversos ámbitos.

Lograr un sistema de movilidad sostenible, inclusivo y eficiente para personas y mercancías es el reto principal al que la Movilidad Inteligente debe hacer frente. Gestionar de forma eficiente el tráfico de viajeros y mercancías, fomentar alternativas a la movilidad motorizada y basada en el vehículo privado y desarrollar un sistema de transporte público multimodal al alcance de todos los ciudadanos y ciudadanas son tres de los ejes principales que permitirán reducir la congestión y la contaminación en las ciudades mejorando la conectividad en ellas.

Una de las principales posibilidades es aprovechar una visión holística permitida en la *Smart City* a través de la gestión integrada de procesos para dar soluciones complejas a la movilidad, detectar los resultados de las medidas y trabajar con una visión de conjunto que permita aumentar la eficiencia y accesibilidad de los sistemas de transporte.

La movilidad inteligente utiliza el potencial de las nuevas tecnologías para, mediante las nuevas posibilidades de interconexión y gestión de la información, mejorar los servicios y disminuir las externalidades que generan. Las oportunidades observadas con la recolección y análisis de datos de patrones de movilidad en tiempo real (*Big data* y *Cloud*) gracias principalmente al desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación está revolucionando la manera de gestionar la movilidad urbana en la *Smart City*.

Debido a la alta inversión que estos proyectos y las características particulares de cada núcleo urbano, las ciudades suelen introducir proyectos piloto para evaluar su eficiencia y aprender de los errores a lo largo de su implementación a gran escala. La necesidad de estos proyectos piloto es debido a que la innovación y la introducción de nuevas soluciones va de la mano del surgimiento de nuevos problemas, los cuales deben ser paliados y minimizados antes que se conviertan en un problema real a gran escala (pérdida de privacidad, brecha tecnológica, consumo energético de sensores (IoT), entre otros que irán apareciendo). Sin embargo, ya existen proyectos que están empezando a funcionar en ciudades como Singapur, considerado un referente mundial en la gestión de la movilidad urbana, Amsterdam ciudad a seguir en Europa y Barcelona y Madrid como pioneras en España.

A pesar de todos los beneficios que la implantación de estas acciones se prevé que causarán en la ciudad, se ha detectado la imposibilidad a día de hoy de calcular el coste-beneficio real que la alta inversión para la instalación de estas tecnologías requiere. Por este motivo, y cada vez más, se están demandando proyectos de investigación basados en evaluaciones multicriterio que permita calcular el impacto real que estas iniciativas producen, no sólo en el campo de la movilidad inteligente, sino en todos los ámbitos de la ciudad, y ser utilizados así como herramientas soportes para la toma de decisiones. En esta dirección, el proyecto ASCIMER (Assessment for Smart City Initia-

tives in the Mediterranean Region) financiado por el Banco Europeo de Inversiones, llevado a cabo por un equipo multidisciplinar de la Universidad Politécnica de Madrid y coordinado por el catedrático de transporte Andrés Monzón, está haciendo un esfuerzo para desarrollar una herramienta que ayude a entender los beneficios que los proyectos *Smart* producen en las ciudades distribuidas por el mar mediterráneo.

Si somos capaces de paliar los problemas que la introducción de la *Smart City* puede causar en el tejido urbano, las oportunidades que el análisis y la gestión de datos en tiempo real a través de la innovación parecen infinitas a la hora de mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la calidad de vida de los ciudadanos. La Movilidad Inteligente tiene, y seguirá teniendo, un papel fundamental en el futuro de las ciudades, constituyendo una herramienta clave para lograr los objetivos de la *Smart City*.

BIBLIOGRAFÍA ▼

ALONSO LÓPEZ, F. (Coord) (2003): *Libro blanco de la accesibilidad*. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. Madrid.

CFM (2009): *Agenda 21 for Urban Mobility*. Cities for Mobility, Stuttgart.

ECTRI (2011): *Ectri Position On The Ec White Paper 2011* (Vol. 32). European Conference of Transport Research Institutes. Brussels.

ECTRI. (2013): *Ectri Suggestions For The First Work Programmes Of The Transport Challenge In Horizon 2020*. European Conference of Transport Research Institutes. Brussels.

EMI (2012): *A Strategic Knowledge and Research Agenda on Sustainable Urban Mobility*. European Metropolitan Network Institute. URL: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Wn8gKMcv2GQJ:www.emi-network.eu/dsresource%3Fobjectid%3D6562%26type%3Dorg+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es>

EUROPEAN COMMISSION. *Intelligent transport systems*. Transport Themes. http://ec.europa.eu/transport/themes/its/index_en.htm

EUROPEAN CONCEPT FOR ACCESSIBILITY NETWORK (2010): *European Disability Strategy 2010-2020: A Renewed Commitment to a Barrier-Free Europe*. URL: <http://www.eca.lu/>

EUROPEAN PARLIAMENT (2014): *Mapping Smart Cities in the EU*. European Parliament. Directorate General For Internal Policies. Policy Department A: Economic And Scientific Policy.

EU (2011): *Cities of tomorrow. Challenges, visions, ways forward*. European Commission, Directorate General for Regional Policy.

FANG, KE. (2014). «Smart mobility» for developing cities World Bank Blog. <http://blogs.worldbank.org/transport/smart-mobility-developing-cities>

GIFFINGER, R. *et al.* (2007): *Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities*. Vienna, Austria: Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology.

IBM (2012): *Analytics: The real-world use of big data*. IBM Institute for Business Value in collaboration with Saïd Business School at the University of Oxford.

KÜNZLI, N.; KAISER, R.; MEDINA, S.; STUDNICKA, M.; CHANEL, O.; Filliger, P., Herry, M., *et al.* (2000): Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*, 356(9232), 795-801. doi:10.1016/S0140-6736(00)02653-2

LAZAROLU, G.C. y ROSCIA, M. (2012): «Definition methodology for the smart cities model». *Energy*, nº 47, 326e332.

LITTLE, A.D. (2011): *The Future of Urban Mobility*. Arthur D. Little Consultant Company.

NEIROTTI, P. (2012): «Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts». *Cities*, nº 38 (2014) pp. 25-36.

TRIP (2013a): *Thematic Research Summary. Transport Management*. Transport Research and Innovation Portal.

TRIP (2013b): *Thematic Research Summary. Urban Transport*. Transport Research and Innovation Portal

UITP (2012): *Social Media & Public Transport*. UITP Public Transport International Volume nº6 November/December.

UN (2010): *Shanghai manual: A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century*. Sustainable Urban Transport. URL: http://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/shanghaimanual/Chapter%204%20-%20Sustainable%20urban%20transport.pdf

WHITE PAPER (2011): *WHITE PAPER: Road Map to a Single European Transport Area -Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System*. European Commission. Brussels.

WORLD ROAD ASSOCIATION. *Terminology database*. URL: <http://www.piarc.org/en/knowledge-base/terminology/>

HOGAR DIGITAL INTELIGENTE

MIGUEL ÁNGEL VALERO DUBOY

Universidad Politécnica de Madrid

¿Puede ser una ciudad inteligente si en ella no hay hogares inteligentes? ¿Puede contribuir el Hogar Digital Inteligente (HDI) a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en una ciudad? Pero, ¿qué es un Hogar Digital Inteligente? Indudablemente, un hogar no puede ser considerado inteligente si no se «preocupa» ni se «ocupa» de las personas que habitan en él.

Análogamente, la ciudad inteligente ha de construirse por y para la persona que vive en ella o que transita por ella aunque sea de forma circunstancial. Este capítulo detalla las características clave de un HDI en el contexto de las llamadas «*Smart Cities*» desde el punto de vista de la calidad de vida de la persona y del enfoque actual del término «ciudadano». Un HDI debe estar centrado en la persona y ello implica, entre más cosas, que atienda sus necesidades individuales, sea accesible considerando las capacidades físicas, sensoriales, cognitivas e intelectuales de quienes lo habitan y además atienda la resolución de situaciones complejas, «comportándose» de forma segura y fiable. El HDI puede colaborar en la construcción de la ciudad inteligente si se «relaciona con ella» mediante el intercambio de información valiosa para las personas a la par que respeta la privacidad del individuo.

Además de los factores humanos, un hogar digital o una ciudad «conectada» no es valorada como inteligente simplemente porque posea un conjunto de sensores y actuadores conectados cuya información se gestione de forma eficiente y efectiva. La característica de «inteligente», ya abordada en artículos de finales de los 90 tales como «*Designing Smart Health Care technology into the Home of the Future*» (Warren; Craft, 1999), conlleva capacidades de razonamiento, de resolución de situaciones problemáticas, de empatía con el usuario y de aprendizaje. Esta visión está inseparablemente alineada con el concepto de Inteligencia Ambiental (*Ambient Intelligence*, Aml en inglés) el cual es aplicable tanto al contexto residen-

cial como al urbano según detalla el informe final de Ducatel et al. titulado «*Scenarios for Ambient Intelligence in 2010*», publicado por la Comisión Europea (Ducatel; Bogdanowicz; Scapolo; Leigten; Burgelman, 2001). Dicho informe sintetiza que un entorno inteligente, hogar o ciudad, debería: «facilitar el contacto humano; estar orientado hacia la mejora de la comunidad; ayudar a construir conocimiento y habilidades para el empleo, la mejor calidad del trabajo, el ciudadano y el consumidor; inspirar credibilidad y confianza; ser sostenible a largo plazo, de forma personal, social y ambiental; y poder controlarse por la gente corriente evitando la sensación de ser controlado».

A modo de primera conclusión, cualquier servicio de la Sociedad de la Información, ya sea de entretenimiento, información, salud, comercio electrónico, teleenseñanza, atención sociosanitaria, gestión energética u otros, accesible desde el hogar inteligente o la «*Smart city*», comparte los requisitos de que la tecnología no sea fuertemente invasiva, emplee comunicaciones ubicuas, interfaces naturales para la persona y ofrezca garantías de seguridad que permitan disfrutar de facilidades de valor añadido adaptables, asequibles y centradas en la mejora de calidad de vida del ciudadano.

EVOLUCIÓN DE LA CASA DOMÓTICA AL HOGAR DIGITAL E INTELIGENTE ↓

Ya en el año 1981, Joseph Deken publicaba el libro «*The Electronic Cottage*», traducido al español como

«La casa electrónica», en el que se incluía un capítulo titulado: «Tareas domésticas: el ordenador como esclavo» (Deken, 1981). Dicho texto adelantaba el concepto de «casa esclava», antecesor de la idea de «domótica», en el cual ciertos objetos de la vida cotidiana desempeñaban tareas que podían mejorar la vida del individuo facilitándole tareas arduas en la casa relacionadas con la limpieza, la seguridad, la cocina o el control de la temperatura, entre otras.

Sin embargo, no es hasta 1984 cuando el periodista francés Bruno de Latour alude al término «domótica» como la «composición de la palabra latina *domus* e informática, o bien, la contracción de robots domésticos, para referirse a casa inteligentes que usan tecnologías automáticas e informáticas aplicadas al hogar» (Latour, 2009). Así pues, la visión de domótica como adjetivo se refería a una casa que ofrecía a sus habitantes un comportamiento «inteligente» mediante el uso de automatismos, robots y sistemas informáticos. El ejemplo más sencillo de «comportamiento» se aplicaba al uso de sensores de iluminación y presencia, capaces de encender o apagar las luces de forma autónoma, o bien, sensores de temperatura conectados a sistemas de calefacción, que podían regular el calor por sí mismos como termostatos. Aunque ya la ciencia ficción había imaginado robots humanoides que ayudaban en la casa a modo de mayordomos cibernéticos, el robot doméstico no pasaba de ser un ayudante de cocina, como una batidora o una licuadora, o bien, una aspiradora eléctrica o una lavadora.

De la expresión «casa domótica», se evolucionó en la década de los noventa al concepto de Hogar Conectado, el cual incorporaba las redes de acceso emergentes además de las comunicaciones internas y externas que complementan muchas posibilidades de la domótica tales como facilidades de confort, ahorro energético o seguridad. Este término incorporaba no sólo las facilidades de comunicación vía telefónica entre la casa y los proveedores de servicios de la ciudad sino también el uso de «buses domóticos», responsables de transportar la información de control de los equipos de la casa típicamente a través de la red eléctrica. En 1992, la Comisión Europea impulsaba esta idea al publicar la especificación EHS (*European Home Systems*) que define un protocolo de comunicación abierto, orientado a la Automatización del Hogar [Guillemín, 1999]. A finales de los noventa, importantes compañías europeas como Thomson, Philips o Siemens ya empezaron a incluir EHS en sus productos hardware y software para la casa. Ya entonces se apuntaba a la necesidad de la facilidad de uso, abonándose el campo para el concepto de *Plug & Play*, conectar y usar, que después incorporarían soluciones de conexión de periféricos tales como el USB (*Universal Serial Bus*). La norma EHS contempla el requisito de interoperabilidad como base fundamental y se basó en el conocido modelo de referencia OSI (*Open Standard Intercommunication*) de ISO con objeto de independizar los niveles físico, de conexión de datos, de red y de aplicación. Este modelo era técnicamente compatible con el des-

arrollo de servicios en la «ciudad conectada», sobre los que reflexiona magistralmente Mitchell desde los aspectos físicos, sociales y de la Inteligencia Artificial en su libro «*City of bits*» (Mitchell, 1995).

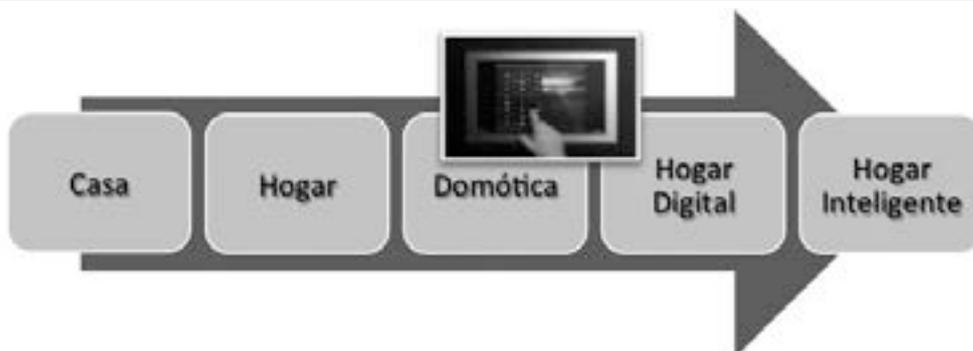
Podríamos decir que es en los albores del siglo XXI cuando comienza a florecer el término «Hogar Digital» puesto que en junio de 2003 Sony crea la asociación sin ánimo de lucro DLNA (Digital Living Network Alliance) a modo de grupo de trabajo llamado inicialmente «the Digital Home Working Group» [Rae, 2008]. La propia DLNA alude al Hogar Digital como una «Red en la casa formada por equipos de electrónica de consumo, dispositivos móviles y ordenadores que cooperan de forma transparente interoperando de forma sencilla e interconectada para mejorar y enriquecer la experiencia de los usuarios». Esta primera referencia al Hogar Digital, nacida desde la industria de la tecnología, tiene un enfoque más centrado en el equipamiento y en las redes de datos multimedia que en la persona. No obstante, es importante resaltar que la finalidad de esta convergencia tecnológica, característica esencial del concepto de hogar digital en la vivienda, es facilitar interfaces de control unificadas al usuario, persona que las usa, sin que éste requiera mayores conocimientos que la funcionalidad que ofrece. El término «transparente» hace por tanto referencia a la idea de que la persona controla la tecnología sin conocer sus entresijos ni tampoco sus formas de interconexión entre los dispositivos. Un ejemplo de «acceso universal», aún no resuelto plenamente salvo en la interacción con el televisor, el vídeo o el aparato de aire acondicionado, es el llamado «mando a distancia», para el que ya se publica abiertamente la especificación de cada fabricante, tanto en la interacción por radiofrecuencia (RF) o por Infrarrojos (IR).

El enfoque del Hogar Digital, centrado en la dimensión de la persona, se refleja en la definición acordada en 2003 en el seno de la Comisión Multisectorial del Hogar Digital (CMHD) de ASIMELEC, la Asociación Multisectorial de Empresas de Tecnología de la Información, Comunicaciones y Electrónica que dice: «El Hogar Digital es el lugar donde las necesidades de la familia, en materia de seguridad y control, comunicaciones, ocio y confort, integración medioambiental y accesibilidad, son atendidas mediante la convergencia de servicios, infraestructuras y equipamientos» [ASIM09]. Como puede deducirse de esta definición, la prioridad se centra en las necesidades de las personas que habitan en el hogar, atendibles mediante servicios y tecnologías ad hoc. La satisfacción de estas necesidades, incluyendo los conceptos de Aml antes referidos, llevaría a la definición del Hogar Inteligente o «*Smart Home*» según muestra la figura 1, en la página siguiente.

ASPECTOS CLAVE DEL HOGAR INTELIGENTE Y LA «SMART CITY»[‡]

Tal como se ha referido en los apartados anteriores, el concepto de hogar inteligente evoluciona desde

FIGURA 1
EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE DOMÓTICA, HOGAR DIGITAL E INTELIGENTE



FUENTE: Elaboración propia.

FIGURA 2
ASPECTOS ESENCIALES DEL HOGAR INTELIGENTE



FUENTE: Elaboración propia.

las ideas originales de domótica y hogar digital añadiendo las ambiciosas características del paradigma de Ambient Intelligence en el entorno residencial, acuñado por la Comisión Europea, entre otros. Sin embargo, aún pueden encontrarse definiciones de «*smart home*», que no citan el requisito fundamental de «comportamiento inteligente» como por ejemplo la del «Department of Trade and Industry» del Reino Unido de 2003: «*Smart home* es una vivienda que incorpora una red de comunicaciones que conecta los electrodomésticos y servicios clave, permitiendo que sean controlados remotamente o monitorizados».

Se hace pues necesario definir el Hogar Inteligente desde el paradigma de la llamada Inteligencia Ambiental, centrándose en su comportamiento al respecto de la mejora de la calidad de vida de sus habitantes. En consecuencia, el hogar Inteligente puede definirse funcionalmente como: «Un Hogar Digital que entiende las demandas de cada usuario, variables según el contexto; resuelve con acierto situaciones problemáticas para cada persona; conoce las necesidades y expectativas de funcionamiento en su

dimensión ética, legal, de seguridad y calidad de vida; y aprende adquiriendo la experiencia necesaria para incorporar respuestas o hábitos no conocidos previamente, que dependen de las capacidades y expectativas de cada persona y de su contexto de uso en el entorno residencial».

La definición propuesta anteriormente alberga la complejidad de abarcar muy diferentes requisitos emanados del campo de la inteligencia artificial en entornos domésticos de muy diversa complejidad tecnológica. Pudiéramos decir que un hogar inteligente no es inteligente si no es accesible, si no es seguro, si no proporciona confianza, si no resuelve acertadamente situaciones complejas, si no aprende, etc. Con el fin de facilitar sistemáticamente el estudio de estos condicionantes para un hogar digital tipo, se propone en el gráfico de la figura 2, el cual contiene aspectos esenciales, claves para un hogar digital que «aspire» a considerarse inteligente.

Con respecto a las cuestiones éticas, fundamentales en la visión del hogar inteligente, pudiéramos «exigir» la condición sine qua non de «hacer bien a las perso-

nas que lo habitan». Ésta sería el requisito fundamental, de carácter ético, a considerar en las fases de diseño, instalación y mantenimiento de un hogar inteligente. Perjudicar al individuo, empeorar la vida de las personas que puedan habitar en un hogar específico, debido al diseño o instalación incorrecta de una tecnología en una vivienda, «no es ético». Si el hogar inteligente no contribuye a mejorar la vida de las personas que lo habitan, «mal va la cosa». La privacidad también es parte clave de la dimensión ética.

Considerar la ética como el primer factor a considerar en el diseño de un hogar inteligente, conlleva directamente la obligación de tener en cuenta otros factores fundamentales, a modo de consecuencia. Por ejemplo, si el hogar inteligente no es accesible, no es inteligente. Puesto que el hogar inteligente ético está centrado en mejorar la vida de la persona, dicha vivienda «no es ética» si una persona no puede interactuar con ella porque el pretendido espacio inteligente no contempla las capacidades motoras de sus habitantes. Por tanto, si la persona sólo puede subir las persianas utilizando la boca y el sistema domótico diseñado emplea una pantalla táctil no utilizable con la boca, este hogar no puede considerarse inteligente. La primera razón práctica es que el sistema no es accesible y una razón de mucho mayor peso es que no es ético instalar un sistema así en esa casa que no permite a la persona con una lesión medular muy severa, por ejemplo, subir las persianas de forma autónoma. El diseño del hogar inteligente requiere un pensamiento ético.

La usabilidad tiene que ver con la capacidad de que una persona pueda manejar un sistema de forma sencilla, eficiente y permitiéndole satisfacer ciertos objetivos en un contexto concreto. Así pues, puedo decir que éste microondas es usable si puedo calentar la leche fácilmente en un tiempo razonable. Si el microondas calienta la leche pero tarda diez minutos en hacerlo, ese microondas no es eficiente y por tanto no es usable. Ni necesito conocimientos de ingeniero para poder encender el microondas, significa que no es fácil de usar y por tanto no es usable. Si el uso del microondas no satisface mi objetivo, calentar la leche, porque la ha achicharrado haciendo que se derrame sobre el plato porque no controla cuánto la ha «quemado», el microondas no es usable. El hogar inteligente debe de ser usable, es decir, fácilmente manejable por la persona, utilizable de forma eficiente y, sobre todo, capaz de satisfacer mis objetivos concretos en un escenario específico. Si además de ser usable por mí, con mis capacidades sensoriales, intelectuales, cognitivas o físicas específicas, lo es por cualquier persona con independencia de sus capacidades, decimos que el hogar es accesible.

Un hogar inteligente no lo es tal si no es accesible porque la característica de inteligente requiere una capacidad de empatía, de poder relacionarse con

sus habitantes de forma que éstos lo perciban. Detrás de este requisito hay un fuerte componente ético: «no es de recibo» implantar un sistema domótico en la casa, presuntamente inteligente, si la persona no puede usarlo porque dicho sistema impone barreras de accesibilidad. Hogar inteligente incluye accesible y, por tanto, usable.

CONCLUSIONES ↓

Cuesta trabajo pensar en el despliegue masivo de la ciudad inteligente si los hogares que la integran están aún bastante lejos de serlo. Desde un punto de vista centrado en la persona, la ciudad inteligente habría de considerar todos los aspectos previamente citados del hogar inteligente aplicados a su contexto particular.

«Smart City» y «Smart Home» comparten algunos de los escenarios de aplicación clásicos de la llamada Sociedad de la Información y el Conocimiento. Ambas pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, influir positivamente en el cuidado de la salud o mejorar la gestión energética, entre otros. Así pues, la ciudad inteligente debe contribuir a la salud de los que la habitan vigilando el ser lo menos contaminante posible. En una ciudad inteligente que «ahorra energía», un hogar inteligente ha de contribuir también a ser eficiente, energéticamente hablando. El «diálogo», es decir, el intercambio adecuado de información entre la ciudad inteligente y el hogar inteligente que «habita» en ella, puede facilitar mutuamente la mejor gestión energética a través de la compartición privada de los datos que correspondan. En resumen, los hogares inteligentes se convierten en generadores y receptores de información en el contexto de la ciudad inteligente, que puede beneficiar a las personas que habitan en ella y viceversa siempre que la privacidad del individuo esté garantizada.

BIBLIOGRAFÍA ↓

- DEKEN, J. (1981): *The Electronic Cottage*. William Morrow and Company, Inc (1981)
- DUCATEL, K., BOGDANOWICZ, M., SCAPOLO, F., LEIJTEN, J., Burgelman, J-C. (2001): *Scenarios for Ambient Intelligence in 2010*. European Commission Community Research. (2001)
- Guillermin, P. (1999): «Protocolo de Sistemas Hogar Europeo: Conceptos Y Producto». *Informes de la Construcción*, vol 50, nº 459. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (1999)
- LATOUR, B. (2009): Qu'est ce que la Domotique. enwww.domotique-news.com/2009/02/06/quest-ce-que-la-domotique
- Mitchell, W. J. (1995): *City of bits. Space, Place, and the Info*. Cambridge University Press.
- RAE, S. Y KUMAR A (2008): «Home Networking and Digital Living» Networking Alliance. Tata Consultancy Services Limited.
- WARREN, S. y CRAFT, R.L. (1999): «Designing Smart Health Care technology into the Home of the Future». *Proceedings of the First Joint Biomedical Engineering Society/ Engineering in Medicine and Biology Conference*, vol. 2, pp. 677. Atlanta, USA, 13-16 octubre.

ACCESIBILIDAD Y CIUDADES INTELIGENTES

JUAN LUIS QUINCOCES SOLER

Centro Nacional de Tecnologías
de la Accesibilidad

Ciudad Inteligente viene de la traducción del término en inglés *Smart City*. Es un concepto nuevo que está sujeto a múltiples diferencias y a una constante revisión. El origen del mismo más probable, lo apuntan numerosos autores, es la búsqueda de respuestas a diversos retos que se originan con el fenómeno a nivel mundial de la **emigración masiva desde las zonas rurales a las zonas urbanas**.

El crecimiento vertiginoso de la población en las ciudades genera enormes retos que hay que solucionar. Aspectos como el desarrollo urbano sostenible, la eficiencia energética, la racionalidad en el uso del agua o las mejoras en la movilidad y el transporte son elementos absolutamente clave en el desafío exitoso de la gestión municipal (ver figura 1, en la página siguiente).

Pero los retos **no son exclusivamente técnicos, tienen una dimensión mucho más holística**. Las grandes migraciones hacia las ciudades llevan nuevas culturas, nuevos idiomas, nuevas capacidades, mayor competencia, nuevas mayorías, nuevas necesidades. Plantear soluciones en estos ámbitos implica atender aspectos como la inclusión, la no discriminación, el bienestar, el conocimiento, la felicidad, la convivencia, la accesibilidad, etc. que también deben ser tenidos en cuenta. Una Ciudad Inteligente debe anteponer, en su definición, a los elementos meramente instrumentales como son las herramientas tecnológicas y los sistemas digitales, los principios y objetivos que la guían. En ningún caso la digitalización o sensorización *per se* son objetivos. En ocasiones anteponemos los medios al fin. Esto

ocurre demasiadas veces con el concepto «*Smart*». Son varios los autores que confunden ciudades digitales, tecnológicas o sensorizadas con lo que debe ser una Ciudad Inteligente. Y sin embargo, en efecto, es con las herramientas que ofrecen las nuevas tecnologías cuando se vislumbran soluciones posibles a muchos de los retos aparecidos en estas décadas en el mundo en general y en las ciudades en particular.

Por tanto, ¿Cómo podríamos definir una Ciudad Inteligente?

Quizá la forma más precisa de definirlo sea asociando el concepto de inteligente a los objetivos que se persiguen y no a los medios necesarios para llegar a ello. Una buena definición podría ser:

Una Ciudad Inteligente es una ciudad Accesible, Amigable, Asequible, Eficiente, Inclusiva, Integradora, Participativa, Segura y Sostenible.

Una ciudad que sea capaz de resolver todos estos retos, sin duda, será una ciudad muy inteligente. Para conseguirlo, en efecto, entre otras cosas será nece-

FIGURA 1
CRECIMIENTO URBANO (1800-2040)



FUENTE: Elaboración propia CENTAC (2014).

FIGURA 2
GRUPOS DE INTERÉS EN UNA CIUDAD INTELIGENTE



FUENTE: Elaboración propia CENTAC (2014).

sario invertir en nuevas soluciones tecnológicas, en infraestructuras, etc... pero no al revés.

LOS CIUDADANOS: LA RAZÓN PRINCIPAL DE UNA SMART CITY

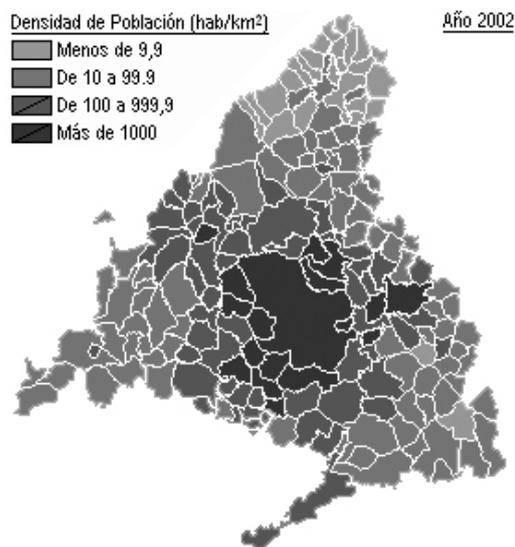
Las cuestiones muy obvias son las más fácil de ser olvidadas.

Una Ciudad Inteligente es un **concepto dirigido principalmente a los habitantes de la ciudad, a sus ciudadanos**. Sin embargo, la construcción de la mayoría de los modelos de *Smart Cities* actuales está ocurriendo a espaldas de los mismos. Los grandes gru-

pos de interés afectados en la construcción de una Ciudad inteligente pueden ser englobados principalmente en tres: ayuntamientos, proveedores y ciudadanos (ver figura 2).

La relación en la construcción de las *Smart Cities* entre administraciones públicas y proveedores es bastante fluida. Hay financiación específica, colaboración público-privada, planes de actuación, licitaciones, grupos de interés... Los ayuntamientos requieren reinventar su oferta tractora a la vez que necesitan mayor eficiencia y ahorro en la gestión de los servicios, mientras que los grandes proveedores son los que pueden aportar respuestas funcionales. En este escenario las nuevas tecnologías son la materia prima

FIGURA 3
DENSIDAD DE POBLACIÓN (MADRID)



FUENTE: Elaboración propia CENTAC (2014).

sobre la que pivotan las soluciones propuestas. Proveedores y Ayuntamientos tienen sin duda intereses comunes para entenderse.

Sin embargo, los ciudadanos asisten en la mayoría de las ocasiones como meros espectadores a importantes decisiones que no solo afectarán durante el periodo de gestión encargado en las urnas al consistorio, sino que nos afectarán de forma importante en un periodo bastante más amplio. Los ciudadanos reclaman una participación mucho más activa en la construcción de esta nueva concepción de la ciudad, sobre todo cuando incluyen cambios absolutamente disruptivos que nos afectarán en las próximas décadas. Tenemos derecho a opinar sobre la prioridad en el desarrollo, a valorar las propuestas, a participar en su elaboración, a evaluar los resultados. En ocasiones se minusvalora la capacidad de la sociedad civil que también la conforman profesores, profesionales, doctores, grupos empresariales, equipos de investigación, etc. expertos en definitiva.

DERECHO DE LOS CIUDADANOS A PARTICIPAR DE UNA CIUDAD INTELIGENTE †

Es incuestionable que la «marca» *Smart City* o Ciudad Inteligente se ha extendido de forma global, sin embargo, reservar ese tipo de desarrollo de forma acotada a las «ciudades» entraña paradojas y desencuentros.

Sostenibilidad, economía, cultura. Las ciudades albergan en España más del 70% de los residentes del país, esto quiere decir que aproximadamente un 30%, más de trece millones de personas no viven en ciudades. Pensar en políticas que desarrollen de forma asimétrica y negativa las zonas rurales frente a las ciu-

dades no solo aumentará el abandono de nuestros campos, significará también renunciar a la producción de productos propios que habrá que importar, significará negar de sostenibilidad el patrimonio rural y provocará el olvido de parte de nuestra cultura. En las zonas rurales se encuentran parte de los recursos considerados indispensables: agua, alimentos, energía, materias primas... La migración y abandono de dichas zonas, además de alejar y encarecer su obtención, hurta la independencia estratégica que supone la producción propia.

Capacidad. Las ciudades integran importantes espacios donde su gestión no es posible desde el propio municipio. Hay otros municipios, agentes estatales, zonas interurbanas, puntos de gestión ajenos al ayuntamiento, etc. Podemos ilustrar como ejemplo algunas realidades en la ciudad de Madrid:

- El Aeropuerto de Madrid-Barajas Adolfo Suárez supone el 12% del producto interior bruto (PIB) y da empleo a más de 200.000 personas, sin embargo, su gestión se realiza a través de la sociedad estatal (no municipal) AENA, que en breve dará entrada incluso a inversores privados en la misma.
- La población no «termina» en un municipio. Las zonas «conurbadas» donde se integran espacios, transportes, etc. es cada vez mayor. En Madrid aproximadamente un 18% vive en la «almendra central», un 38% en la zona periférica de la ciudad y otro 38% en la llamada «corona metropolitana». Es decir, 3.200.000 personas aproximadamente viven en Madrid «ciudad» y sin embargo en el conjunto del área metropolitana hablamos de más de 6.500.000 de personas (ver figura 3).
- En Madrid hay más de 100 embajadas, edificios de la Administración General del Estado, estaciones de

tren, etc. cuya titularidad y gestión no es del ayuntamiento.

Discriminación. Todas las personas tienen derecho a beneficiarse del concepto de *smartcity* independientemente del lugar donde vivan. No pueden concebirse desarrollos de mejora limitados a las ciudades. Las ciudades pequeñas, los territorios fronterizos, las zonas rurales, las islas, etc. deben optar a las mejoras que pueden aportar las nuevas herramientas tecnológicas. El concepto de *smart city* debe superar el paradigma de su propio nombre y ser posible en cualquier lugar, extendiéndose a donde quiera ser impulsado independientemente de la idea de «ciudad».

ACCESIBILIDAD, ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y SMART CITIES

Hay que alertar a las administraciones locales, que las inversiones y nuevos desarrollos No Accesibles, hoy en España, **son discriminatorios y por ello ilegales**. Es habitual entre las administraciones locales hacer referencia a los planes de accesibilidad, a los reglamentos, a las normativas vigentes en la comunidad autónoma olvidando que por encima de todo ello hay una Ley de rango superior que expresa de forma específica los derechos de las personas con discapacidad.

No queda otra que recordar el preámbulo del Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social, que dice:

«Las personas con discapacidad conforman un grupo vulnerable y numeroso al que el modo en que se estructura y funciona la sociedad ha mantenido habitualmente en conocidas condiciones de exclusión. Este hecho ha comportado **la restricción de sus derechos básicos y libertades** condicionando u obstaculizando su desarrollo personal, así como el disfrute de los recursos y servicios disponibles para toda la población y la posibilidad de contribuir con sus capacidades al progreso de la sociedad».

El anhelo de una vida plena y la necesidad de realización personal mueven a todas las personas, pero esas aspiraciones no pueden ser satisfechas si se hallan restringidos o ignorados los derechos a la libertad, la igualdad y la dignidad. Este es el caso en que se encuentran aún hoy mujeres y hombres con discapacidad, quienes, a pesar de los innegables progresos sociales alcanzados, ven limitados esos derechos en el acceso o uso de entornos, procesos o servicios que o bien no han sido concebidos teniendo en cuenta sus necesidades específicas o bien se revelan expresamente restrictivos a su participación en ellos.

Existe, pues, un variado y profuso conjunto de impedimentos que privan a las personas con discapacidad del pleno ejercicio de sus derechos y los

efectos de estos obstáculos se materializan en una situación de exclusión social, que debe ser inexorablemente abordada por los poderes públicos.

El impulso de las medidas que promuevan la igualdad de oportunidades suprimiendo los inconvenientes que se oponen a la presencia integral de las personas con discapacidad concierne a todos los ciudadanos, organizaciones y entidades, pero, en primer lugar, al legislador, que ha de recoger las necesidades detectadas y proponer las soluciones y las líneas generales de acción más adecuadas. Como ya se ha demostrado con anterioridad, es necesario que el marco normativo y las acciones públicas en materia de discapacidad intervengan en la organización social y en sus expresiones materiales o relacionales que con sus estructuras y actuaciones segregadoras postergan o apartan a las personas con discapacidad de la vida social ordinaria, todo ello con el objetivo último de que éstas puedan ser partícipes, como sujetos activos titulares de derechos, de una vida en iguales condiciones que el resto de los ciudadanos.

En este sentido, la Ley 13/1982, de 7 de abril, de integración social de las personas con discapacidad, fue la primera ley aprobada en España dirigida a regular la atención y los apoyos a las personas con discapacidad y sus familias, en el marco de los artículos 9, 10, 14 y 49 de la Constitución, y supuso un avance relevante para la época. La Ley 13/1982, de 7 de abril, participaba ya de la idea de que el amparo especial y las medidas de equiparación para garantizar los derechos de las personas con discapacidad debía basarse en apoyos complementarios, ayudas técnicas y servicios especializados que les permitieran llevar una vida normal en su entorno. Estableció un sistema de prestaciones económicas y servicios, medidas de integración laboral, de accesibilidad y subsidios económicos, y una serie de principios que posteriormente se incorporaron a las leyes de sanidad, educación y empleo. Posteriormente, la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, supuso un renovado impulso a las políticas de equiparación de las personas con discapacidad, centrándose especialmente en dos estrategias de intervención: la lucha contra la discriminación y la accesibilidad universal (BOE-A-2013-12632 Boletín Oficial Del Estado Núm. 289 Martes 3 de diciembre de 2013 Sec. I. Pág. 95636). La propia Ley 51/2003, de 2 de diciembre, preveía el establecimiento de un régimen de infracciones y sanciones que se hizo realidad con la aprobación de la Ley 49/2007, de 26 de diciembre, por la que se establece el régimen de infracciones y sanciones en materia de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

Asimismo, y aunque no es objeto de la tarea de refundición de esta norma, es necesario destacar en la configuración del marco legislativo de los derechos de las personas con discapacidad, la Ley 27/2007, de 23 de octubre, por la que se reconocen las len-

guas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y sordociegas, que reconoce el derecho de libre opción de las personas sordas, con discapacidad auditiva y sordociegas al aprendizaje, conocimiento y uso de las lenguas de signos españolas, y a los distintos medios de apoyo a la comunicación oral, lo que constituye un factor esencial para su inclusión social.

Finalmente, **es imprescindible hacer referencia a la Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad, aprobada el 13 de diciembre de 2006 por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU), ratificada por España el 3 de diciembre de 2007 y que entró en vigor el 3 de mayo de 2008. La Convención supone la consagración del enfoque de derechos de las personas con discapacidad, de modo que considera a las personas con discapacidad como sujetos titulares de derechos y los poderes públicos están obligados a garantizar que el ejercicio de esos derechos sea pleno y efectivo.**

La labor de refundición, regularizando, aclarando y armonizando las tres leyes citadas, que es mandato de la disposición final segunda de la Ley 26/2011, de 1 de agosto, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad, en la redacción dada por la disposición final quinta de la Ley 12/2012, de 26 de diciembre, de medidas urgentes de liberalización del comercio y de determinados servicios, resulta necesaria dadas las modificaciones que han experimentado en estos años, así como el sustancial cambio del marco normativo de los derechos de las personas con discapacidad. Esta tarea ha tenido como referente principal la mencionada Convención Internacional. Por ello, además de revisar los principios que informan la ley conforme a lo previsto en la Convención, en su estructura se dedica un título específico a determinados derechos de las personas con discapacidad. También se reconoce expresamente que el ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad se realizará de acuerdo con el principio de libertad en la toma de decisiones.

En la elaboración de este texto refundido han sido consultadas las comunidades autónomas y las ciudades de Ceuta y Melilla, y se ha sometido al informe previo y preceptivo del Consejo Nacional de la Discapacidad. Se ha dado audiencia a los sectores afectados y se ha sometido a informe previo de la Agencia Española de Protección de Datos. Esta norma se dicta en aplicación de lo previsto en la disposición final segunda de la Ley 26/2011, de 1 de agosto, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad. Las licitaciones, compras públicas, actuaciones y planes que no sean accesibles en el desarrollo de las llamadas *smart cities*, que no permitan a todas las personas participar en las mismas condiciones de oportunidad, uso y disfrute son contrarias a la ley, son discrimi-

inatorias y podría plantearse legalmente su retroacción o derogación, además de las posibles responsabilidades de los promotores de las mismas.

SMART CITIES Y EL VALOR DE LA EXPERIENCIA ↓

Las diferentes asociaciones y organizaciones civiles pueden aportar visiones enriquecedoras a los promotores de proyectos en las Ciudades Inteligentes si son incluidos en el proceso.

Una Ciudad Inteligente es un paso adelante en la sociedad del conocimiento, y el conocimiento reside en las personas no en los sistemas TIC. La percepción de «inteligencia» de una ciudad debe radicar también en lo que perciben los ciudadanos de la misma y no únicamente en ratios de eficiencia o ahorro calculados desde la misma tribuna de quienes impulsan los propios proyectos.

En la definición de los proyectos, **contar con la perspectiva de los usuarios finales resulta clave para garantizar el éxito** de los mismos. Sin embargo, son muchos los ayuntamientos renuentes a incorporar en los procesos de diseño a las organizaciones y asociaciones civiles. **Tanto las organizaciones civiles diversas como las asociaciones de discapacidad, son entidades con un conocimiento acumulado muy valioso**, donde poder recabar necesidades reales, soluciones válidas o recursos experimentados para enfrentar numerosos retos a resolver en el diseño e implementación de los proyectos *Smart*. El reclamo de mayor participación ciudadana en la construcción de los nuevos ámbitos urbanos no es baladí o caprichoso, es la validación obligada de los procesos con los protagonistas que finalmente serán los usuarios. No contar con los mismos, es una forma muy arriesgada de disponer de recursos públicos con muchas papeletas de estar abocados al fracaso.

Accesibilidad desde el inicio ↓

Cada proyecto de una Ciudad Inteligente debe contemplar la accesibilidad desde el inicio y debe ser un parámetro a cuidar en todo el proceso del proyecto, como ocurre con la seguridad, la calidad o los costes y los plazos. Es un error o al menos resulta insuficiente la realización de «capítulos» o «actuaciones» individuales enfocadas a la mejora de la accesibilidad de forma separada. Sirve en muchos casos como excusa, no válida, para dotar a los proyectos de una imagen «accesible». **La transversalidad de la accesibilidad es indudable**. En todos los procesos es requerida. En todos los ámbitos es necesaria. Hablar de la accesibilidad únicamente en portales web o rampas es ya una visión superada.

La accesibilidad en una *smart city* debe estar en los distintos eslabones que conforman la llamada «**cadena de accesibilidad**». Un ejemplo de ello es la promoción en el sector turístico de los llamados «desti-

nos inteligentes», en ellos la accesibilidad de la Ciudad Inteligente debe estar presente en los portales que ofrecen los servicios, en las agencias que venden los paquetes, en los transportes (aviones, trenes, barcos,...) y sus infraestructuras (aeropuertos, estaciones,...), en los servicios de traslado (taxis, metro, autobuses,...), en los hoteles y restaurantes, en los lugares de destino que se visitan (museos, playas, ...), en los servicios y apps, etc.

Análisis de riesgos: la no accesibilidad tiene consecuencias

Cada proyecto de una Ciudad Inteligente debe incluir en su gestión de riesgos la posibilidad de crear exclusión social y poner los medios para evitarlo. En la medida que el proyecto de una *smart city* sea de mayor calado o sea más disruptivo será más necesario profundizar en la accesibilidad y la afectación que tendrá en las personas. Sobre todo en los llamados grupos más débiles o en riesgo de exclusión: personas mayores, personas con discapacidad, niños y embarazadas, crónicos, dependientes, etcétera. Creemos que es esencial, la exigencia de un **Informe de No Exclusión de Grupos en Riesgo**.

Se exigen informes de Impacto Medioambiental, Informes de Sostenibilidad, Eficiencia Energética, etc. sin embargo la afectación de los proyectos a las personas en las ciudades quedan muchas veces relegadas a un ámbito de cumplimiento legal obligado e insuficiente. La exigencia de un Informe, que los proveedores pueden proponer de forma autodeclarativa, de No exclusión de Grupos en Riesgo, significará retratar por escrito una reflexión sobre la afectación del proyecto. Esto sirve para valorar el proyecto de forma previa a la decisión, para exigir posibles responsabilidades posteriores y para compartir el riesgo que contraen las administraciones locales en la contratación y adquisición de sus proyectos *Smart*. El coste para las administraciones contratantes es ninguno. El coste para los proveedores, en caso de ser auto-declaraciones, también es prácticamente insignificante. Los beneficios de la medida, sin embargo, son muy importantes.

LA RESPONSABILIDAD DESDE LA COMPRA

La accesibilidad debe ser promovida en las *smart cities* por las Administraciones Públicas, además de haciendo cumplir las leyes y recomendaciones que las impulsan, **aplicando los resortes disponibles en los procesos de compras y de licitación públicos**. Las compras públicas tienen un peso determinante en las ventas y el desarrollo de la tecnología accesible. Es de fundamental importancia no solo por la cuantía de los importes que se adquieren, sino también por el efecto tractor que producen sus compras sobre la investigación en nuevas TIC accesibles, así como por la promoción de uso, difusión, conocimiento y compra en el sector privado. Sin embargo analizando las compras públicas cabría pensar que resta mucho por hacer.

En el informe de CENTAC (Centro Nacional de Tecnologías de la Accesibilidad) aparecido en abril 2013 perteneciente a la Colección Accesibilidad, Tecnología y Accesibilidad: Eficiencia y Ahorro con la aplicación de Tecnologías Accesibles en las Administraciones Públicas, volumen 4, aparecen algunos datos respecto a la accesibilidad de las licitaciones tecnológicas acaecidas en el primer semestre de 2012. En el mismo se indica que «...tras el análisis del Anuncio del Pliego Administrativo y del Pliego Técnico de unas 1.822 licitaciones, que supusieron 1.258,66 M€ de compras, se desprende que en el 45,6% de las mismas (831 licitaciones) no aparece ni una sola mención a la discapacidad, la accesibilidad, a la dependencia o a cualquiera de las más de 120 palabras clave que se contemplan en el algoritmo de filtro».

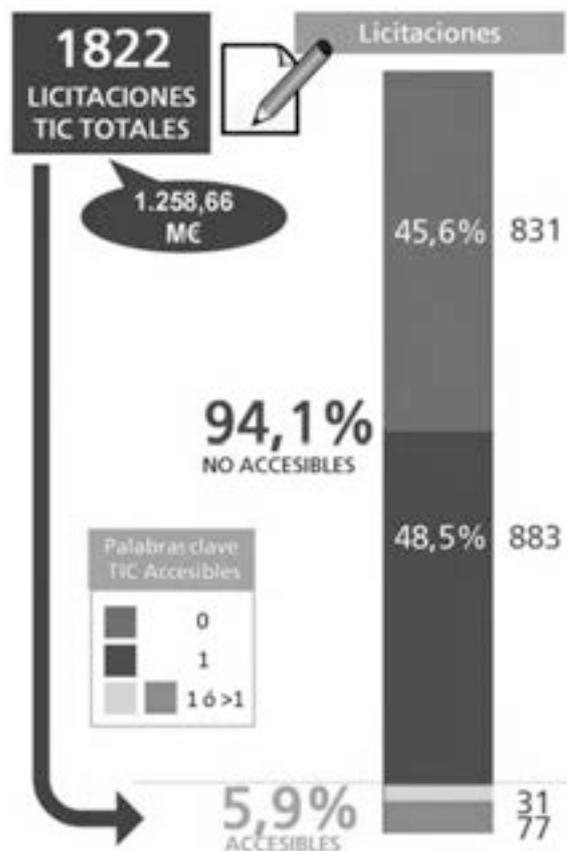
De las 991 licitaciones restantes, que representan el 54,4%, conviene destacar que en el 92,2%, es decir en 914 de las mismas, aparece una única palabra clave, siendo «discapacidad o minusvalía» la palabra clave que aparece en un 96,6% de las mismas, lo que sin duda se refiere a la advertencia en el Pliego Administrativo de la obligatoriedad existente en las empresas de más de 50 empleados de emplear a un mínimo del 2% de los mismos con discapacidad. Lo cual en modo alguno se refiere a la accesibilidad del proyecto TIC. En el 3,4% restante de estas 914 licitaciones en las que aparece una palabra clave, 31 licitaciones en concreto, sí que hacen referencia a otras palabras claves relacionadas con el ámbito de la accesibilidad. Además hay que añadir el 7,8% de las 991 licitaciones (el resto descontado el 92,2% donde aparece una única palabra clave) que también se corresponden con licitaciones donde los proyectos TIC hacen referencia a aspectos de accesibilidad. En conclusión, un total de 108 licitaciones de 1822 pueden considerarse proyectos TIC accesibles, escasamente el 5,93% del total (ver figura 4, en la página siguiente).

La posibilidad de incorporar en el pliego técnico criterios que puntúen mejoras de accesibilidad es solo una de las múltiples formas de promoverla. Solo desde el valor que infiere puntuar las mejoras en accesibilidad más allá de lo obligado legalmente podemos esperar resultados significativos en la implementación de los proyectos tecnológicos.

La aprobación de la nueva directiva europea 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE plantea a las administraciones públicas europeas invertir de una forma más responsable. Entre las actuaciones propuestas, y aplicables en la construcción de las ciudades inteligentes, se encuentran:

- La puesta en marcha de criterios sociales en varias etapas de todo el proceso de contratación pública, siempre que se vinculen con el objeto del contrato.
- Se aceptan etiquetas y certificaciones para la verificación de los criterios establecidos, dando preferencia a los proveedores que ofrezcan mejores condiciones a sus personas trabajadoras

FIGURA 4
VOLUMEN DE LICITACIONES



NOTAS:

- Los datos incorporados se refieren al conjunto de los importes y no al número de licitaciones.
- La forma de filtrar lo que se denominan Licitaciones TIC Accesibles de las totales, es un algoritmo que contempla el número de palabras que contienen los pliegos relacionadas con el ámbito de la accesibilidad.

FUENTE: Elaboración propia CENTAC (2013).

- Diferenciar entre los métodos empleados en los sistemas de producción y los procesos en sí mismos, aun no teniendo impacto en el producto final.
- La exigencia del cumplimiento de las obligaciones derivadas de la legislación social y laboral durante la ejecución del contrato, como por ejemplo los derechos de las personas con discapacidad en el ámbito laboral como resultado de la Convención Internacional de los Derechos de las Personas con Discapacidad, pudiendo los licitadores quedar excluidos en caso de no cumplimiento.
- El uso de posibles criterios de valoración que aparecen en la Directiva entre los que se incluyen aspectos sociales y de comercio justo.
- La inclusión de aspectos de sostenibilidad, también social, en las especificaciones técnicas.

Es un hecho la evolución que está teniendo en toda Europa el uso de las compras públicas como herramienta de transformación, también en una mayor accesibilidad y en el escenario de las *smart cities*.

ACCESIBILIDAD, CIUDADES Y EMPRESAS

La accesibilidad debe contar y ser explicada al tejido empresarial, que va a diseñar y desplegar las soluciones para las Ciudades Inteligentes. Asumir, desde la perspectiva de un proveedor, la accesibilidad al igual que se hace como la eficiencia energética o el respeto por el medio ambiente, es un reto para nuestra sociedad.

Son las empresas quienes proyectan, proponen desarrollos e implementan finalmente las soluciones. Es fundamental, contar con una red de empresas comprometidas con la accesibilidad. Solo así, será posible diseñar y desarrollar soluciones desde dicha realidad. Hacer partícipes a las empresas de soluciones ligadas a una mayor accesibilidad significa también dotarlas de nuevas oportunidades de mercado.

La innovación social está muy presente en soluciones tecnológicas enfocadas a las personas. Nuevos servicios, nuevos productos, nuevas empresas y nuevos empleos.

FIGURA 5
TENDENCIAS SOCIALES



FUENTE: Elaboración propia CENTAC (2013).

Las grandes tendencias sociales suponen argumentos sólidos que amparan el desarrollo de una mayor accesibilidad para todos:

- ✓ Cambio demográfico: envejecimiento activo
- ✓ Crecimiento urbano: migraciones, nuevas culturas mixtas
- ✓ Clases emergentes: nuevas clases sociales
- ✓ Empoderamiento social: de pedir ayuda a exigir derechos
- ✓ Inmersión tecnológica: multiplataforma, ubicuidad, *wearables* ,...

Los diferentes factores implicados están muy relacionados y son los que más están afectando los presupuestos tanto de España como de los países del área europea (ver figura 5). El envejecimiento de la población supone un aumento de las pensiones difícil de sostener. De la misma manera, el envejecimiento supone la causa fundamental de la multicronicidad que significa más del 70% del gasto total sanitario.

CONCLUSIONES ¶

Todos estos factores **son también ventanas de oportunidad**. Los sistemas de telemedicina, telemonitorización o telediagnóstico, en general el llamado *eHealth*, está cambiando la concepción de la gestión sani-

taria. Los nuevos dispositivos llamados «usables» (*wearables*) están llamados a quedarse, significando más oportunidades para sus desarrolladores, para las aplicaciones que naveguen sobre ellos, para los que gestionen soluciones complementarias al sistema de salud, del ocio, del negocio.

Promover soluciones accesibles en el ámbito de las ciudades inteligentes significa también apostar por nuevas líneas de negocio, por una empresa también inteligente.

BIBLIOGRAFÍA ¶

- COLECCIÓN ACCESIBILIDAD, TECNOLOGÍA Y ACCESIBILIDAD (2012): «Mercado y Oportunidades de Negocio de las TIC Accesibles». Vol 3, diciembre.
- COLECCIÓN ACCESIBILIDAD, TECNOLOGÍA Y ACCESIBILIDAD (2013): «Eficiencia y Ahorro con la aplicación de Tecnologías Accesibles en las Administraciones Públicas». Vol 4, abril.
- IET (2011): International Conference on Smart and Sustainable City (ICSSC); Shanghai, julio
- Ministerio de Fomento (2013): «El Transporte urbano y Metropolitano en España. Junio.
- BOE (2013): Boletín Oficial del Estado, Núm. 289 Martes 3 de diciembre . Sec. I. Pág. 95635.
- FACI (2013): Reflexiones del Foro de Accesibilidad para Ciudades Inteligentes.

GOBIERNO Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN EL NUEVO MODELO DE CIUDAD LAS TIC COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO DE LA CIUDAD

JOSÉ IGNACIO SÁNCHEZ VALDENEBRO
FRANCISCO JAVIER GARCÍA VIEIRA

Red.es

En casi todos los esfuerzos por describir en un párrafo lo que es una Ciudad Inteligente se sobreentiende que el proceso de mejora de la «inteligencia» de la ciudad está destinado a una mejora de la calidad de vida de sus ciudadanos. Pero, mientras que de forma reiterada el uso intensivo de las TIC aparece en la mayoría de las definiciones, en pocas de éstas

se explicita de forma clara la importancia del ciudadano en su definición más amplia (residentes, empresas o visitantes), como elemento central del proceso. Muchas de estas definiciones parecen más propias del Despotismo Ilustrado a las que se las ha añadido la palabra tecnología que del siglo XXI (Taboada, 2014).

Queda fuera del objeto de este artículo revisar el gran número de definiciones asociadas al concepto Ciudad Inteligente. Tampoco es su objeto aportar una nueva definición que no supondría nada nuevo más allá de otro intento de reorganizar mediante frases más o menos inteligentes las palabras ciudad, sostenibilidad, calidad de vida y TIC. No obstante, sí traemos a colación dos definiciones que nos van a permitir desarrollar posteriormente varios conceptos. En primer lugar la definición que de «Smart» hicieron en 2009 Andrea Caragliu, Chiara del Bo y Peter Nijkamp en su artículo «*Smart Cities in Europe*» en la que se hace mención a la necesidad de un gobierno participativo (Caragliu *et. al.*, 2009). En segundo lugar, las aportaciones de Gildo Seisdedos que en su artículo «*Camino hacia las Smart Cities*», pone énfasis en el ciudadano al indicar la amplitud inherente al propio concepto que implica:

«una nueva forma de gestión, un estilo de gobernanza diferente en el que la información se obtiene y se comparte de manera abierta (*Open Government*) y empleando toda la potencialidad que las TIC ponen a nuestro alcance... Permite dar una dimensión interactiva a la gobernanza y dotar a la participación ciudadana de un nuevo contenido, más democrático, de verdadera implicación en las políticas públicas» (Seisdedos, 2012).

Estas dos definiciones ponen énfasis en el ciudadano como partícipe de las decisiones que afectan a la ciudad. Por tanto, y aunque no todas las definiciones de ciudad inteligente lo expliciten, la idea de un ciudadano activo en los procesos de toma de decisiones que afectan a su ciudad es consustancial al concepto de ciudad inteligente. Por extensión el concepto de gobierno abierto forma parte del ADN de la Ciudad Inteligente, ya que siguiendo la definición de Javier Llinares (Llinares, 2007):

«un Gobierno Abierto es aquel que entabla una constante conversación con los ciudadanos con el fin de oír lo que ellos dicen y solicitan, que toma decisiones basadas en sus necesidades y preferencias, que facilita la colaboración de los ciudadanos y funcio-

narios en el desarrollo de los servicios que presta y que comunica todo lo que decide y hace de forma abierta y transparente».

Es importante también hacer mención a un elemento que se suele obviar en las definiciones y que tiene impacto directo en el posicionamiento del ciudadano como centro de la ciudad. La ciudad Inteligente debe ser una Ciudad Integradora que acoja a todos sus ciudadanos. Por tanto, no podemos pensar en una ciudad inteligente si no es una ciudad accesible. El concepto *Smart City* evoluciona hacia el concepto *Smart City Accesible (Smart City A+)*, un concepto acuñado por la Fundación ONCE (Muñoz de Dios, 2014), que define una ciudad accesible para todos mediante la accesibilidad al entorno construido y la utilización de las TIC, que logra que su infraestructura y servicios públicos sean para todos los ciudadanos, proveyendo servicios más eficientes e interactivos basados en los conceptos de accesibilidad universal. Como indica Jesús Hernández-Galán «La *Smart City* debe convertirse en una *Human City*, una ciudad que ponga el foco en el ciudadano y que sea él el verdadero protagonista» (Hernández-Galán, 2013). Esta dimensión de accesibilidad ha de ampliarse, por tanto, también a la faceta participativa. La Ciudad Inteligente tiene que suponer un beneficio en la calidad de vida de todos los ciudadanos, pero también un mecanismo de participación ágil y directo al alcance de todos los ciudadanos, sin exclusiones.

El correcto desarrollo de la ciudad inteligente implica que el ciudadano se transforma en un elemento activo y deja de ser un simple receptor de servicios. Este nuevo paradigma de relación del ciudadano con su ciudad supone numerosas ventajas para los gestores públicos ya que les permite tener un conocimiento desde el punto de vista del usuario para el que, teóricamente, se realizan todos los esfuerzos. Permite terminar, después de dos siglos, con las doctrinas del Despotismo Ilustrado que de una forma u otra siempre han estado presentes. Ahora no solamente se pueden tener en cuenta las opiniones de los «ilustrados». Gracias a la democratización de las tecnologías se puede escuchar al ciudadano de a pie, y ampliar los criterios que permiten la toma de decisiones. El empoderamiento del ciudadano (González, 2009; Gonzalo, 2011) hay que verlo como una oportunidad que los gestores públicos no pueden dejar pasar (Islas, 2011).

El ciudadano, por fin, puede tomar un papel relevante en las decisiones de la ciudad y el gestor, la Administración, puede tomar ventaja de esta participación para mejorar los servicios que presta. Desarrollando esta idea, la Sociedad WAAG, instituto de arte, ciencia y tecnología situada en Ámsterdam y que desarrolla tecnología para la innovación social¹ indica la necesidad de que los gestores públicos sigan unas recomendaciones básicas a la hora de diseñar nuevas políticas (Kresin, 2013). Como muestra de estas recomendaciones valga la que sitúan en primera posición:

«Your citizens know more than you»

Esta recomendación o aviso a navegantes, recoge la filosofía del principio de inteligencia colectiva o de las muchas mentes.

«La mejor forma de usar tus datos se le ocurrirá a otro»

Este nuevo papel del ciudadano que busca una participación más activa y directa en los procesos de toma de decisiones y que además se convierte en fuente de información relevante para los gestores públicos requiere una respuesta adecuada por parte de la Administración. Ésta debe generar los mecanismos adecuados para aprovechar la oportunidad que supone acercarse al ciudadano y recoger la información que éste genera.

En este artículo vamos a analizar los diferentes aspectos que hay que tener en cuenta para que en una Ciudad Inteligente sus ciudadanos puedan, de forma efectiva, tomar parte en las decisiones que les van a afectar. Dichos aspectos son:

- El ciudadano como generador de información en la Ciudad Inteligente.
- Participación del ciudadano en el Gobierno de la ciudad. e-Administración, e-Gobierno y e-Democracia.
- El reto que supone para la Administración el nuevo modelo de relación con los ciudadanos.

En el primer punto, revisaremos el nuevo papel del ciudadano como productor de datos. Estos datos, procesados mediante técnicas de *Big Data* solo recientemente disponibles, suponen una impagable fuente de información para la mejora de los servicios de la ciudad.

En segundo lugar, revisaremos los conceptos de e-administración, e-gobierno y e-democracia y trataremos de profundizar en la participación ciudadana en la gestión municipal a través del Gobierno Abierto.

Por último, indicaremos brevemente el reto al que se enfrentan los Gobiernos y las Administraciones así como algunos mecanismos de cooperación puestos en marcha para poder dar respuesta a este nuevo paradigma de relación entre los actores de la ciudad.

EL CIUDADANO COMO SENSOR DE LA CIUDAD

Las TIC, que aparecen de forma general en todas las definiciones de Ciudad Inteligente, son sin duda el facilitador del nuevo paradigma de relación, así como del proceso transformador de la ciudad. La democratización de las TIC (Webb, 2013), especialmente de las tecnologías móviles, ha permitido que se conviertan en las herramientas clave en estos procesos transformadores. Las TIC permiten la generación de canales de comunicación que ayudan al desarrollo de la interacción entre actores relevantes de la

ciudad, logrando que las relaciones *Government to Employee* (G2E), *Government to Government* (G2G), *Government to Citizen* (G2C) y *Citizen to Citizen* (C2C) sean una realidad.

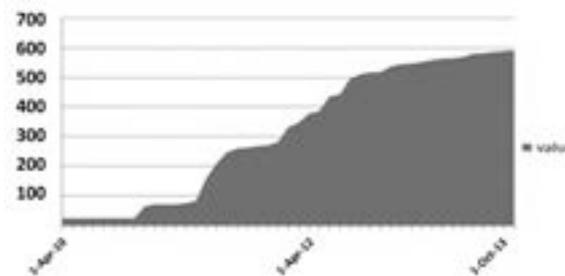
Las TIC no solamente permiten la creación de esos canales de comunicación, muy difíciles de conseguir hace sólo unos años, sino que además el ciudadano hiperconectado evoluciona desde su mero papel de receptor de servicios, convirtiéndose en una fuente de datos y de información de gran valor para el gestor público. La democratización de las tecnologías de la información, especialmente de los dispositivos móviles con conectividad de datos y con sensores de geoposicionamiento, permite entender al ciudadano no solamente como receptor de servicios sino también como generador de datos. El ciudadano se convierte en sensor inteligente (*You as a Sensor* o *YaaS*) (Fernández, 2013).

El dato toma un valor que hasta hace pocos años se intuía pero no era posible explotar (The Economist, 2013). El desarrollo de las comunicaciones entre máquinas (M2M e IoT), la sensorización de los servicios públicos y la información producida por el ciudadano gracias a la democratización de las tecnologías móviles y al uso masivo de las redes sociales alimentan esta producción de datos que seguirá creciendo en los próximos años. Se estima que el universo digital se está duplicando cada dos años y se multiplicará por 10 entre 2013 y 2020 pasando de 4,4 millones de GB a 44 millones de GB (EMC, 2013). Toda esa ingente cantidad de datos generada esconde una información muy valiosa para el gestor público que puede aprovecharse mediante nuevos paradigmas tecnológicos como son el *Big Data* (Barbosa, 2014), tecnologías semánticas y *linked data* (González *et al.*, 2013). Convertir estos datos, procedentes de muy diversas fuentes, desestructurados, y en cantidades ingentes, en información útil para apoyar la toma de decisiones requiere una elevada capacidad de proceso y los algoritmos apropiados para dicha transformación. La evolución de las TIC está poniendo a disposición de los gestores las herramientas necesarias para ello.

El valor del dato y su papel en el desarrollo de procesos participativos ha sido asimilado por las Administraciones Públicas que están haciendo un gran esfuerzo para poner a disposición del ciudadano la información que gestionan. El gráfico 1 recoge la evolución de los conjuntos de datos o «dataset» que la ciudad de Chicago pone a disposición del ciudadano. Estos mismos perfiles de curvas se pueden encontrar en la mayoría de las Administraciones, que están apostando de forma masiva por una política de datos abiertos que favorece la participación, ya que incrementa la transparencia (Prince, 2013)

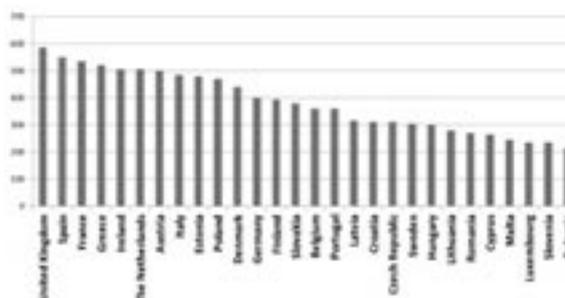
En España, desde la Administración Pública, se están desarrollando de forma activa políticas de apertura de datos. Desde la Administración General del Estado se han creado las bases legales para esta apertura

GRÁFICO 1
EVOLUCIÓN DE LOS DATASET
EN LA CIUDAD DE CHICAGO



FUENTE: Chicago Mayor's Office. Informe 2013.

GRÁFICO 2
PSI ScoreBoard 2014*



* <http://www.epsplatform.eu/content/european-psi-scoreboard>

FUENTE: European PSI score board.

(2) y mediante la Iniciativa Aporta (3) se está trabajando activamente con los diferentes niveles de la Administración para que el número de conjuntos de datos disponibles se incremente y el sector informático se dinamice. Sin caer en la complacencia, es importante señalar que estos esfuerzos se están viendo compensados con un buen posicionamiento en los rankings europeos. El gráfico 2 muestra la posición de España en el PSI-Scoreboard de 2014 (4). La Administración Local también ha considerado la publicación de información pública para su reutilización como estrategia para el desarrollo de la ciudad, baste como ejemplo revisar los portales de datos abiertos de las ciudades de Gijón (5), Barcelona (6) o Zaragoza (7).

El valor de los datos queda de manifiesto en los diferentes estudios realizados a nivel internacional y nacional. El McKinsey Global Institute en su estudio publicado en octubre de 2013, *Open Data: Unlocking innovation and performance with liquid information*⁹ estimaba el valor anual de los datos abiertos entorno a los tres billones de dólares. En España, el último informe de la Asociación Multisectorial de la Información (ASEDIE) (10) indicaba un volumen de negocio anual entorno a los 900 Millones de Euros.

Como ya indicábamos, un nuevo concepto surge a partir de esta realidad tecnológica, se trata del concepto Ciudadano-Sensor o YaaS. El ciudadano se convierte en un sensor inteligente que genera una enorme cantidad de datos gracias al uso de las redes sociales, de las infraestructuras urbanas y de los teléfonos móviles (Castiñera, 2013). En función de la actitud del ciudadano en su papel de YaaS podemos diferenciar en una aproximación práctica y extendiendo la clasificación utilizada para el voluntariado (Navajo-Gómez, 1995) entre una colaboración activa y una colaboración pasiva.

Para nuestros propósitos definiremos la colaboración activa como aquella actividad consciente por parte del ciudadano que implica una actuación directa en el envío de información mediante el uso de diferentes canales de comunicación con la Administración. El ciudadano, mediante algún canal de comunicación, notifica o alerta de un hecho relevante acontecido en la ciudad. Este tipo de colaboración la contraponemos a una participación pasiva en la que la Administración mediante tecnologías diversas obtiene información sin la necesidad de una implicación activa en el envío de la misma por parte del ciudadano a través de canales abiertos por la Administración. Las redes sociales y la implantación de sensores en la ciudad juegan un papel fundamental como fuentes de información en este mecanismo de participación pasiva.

Los dispositivos que transforman al ciudadano en generador de datos son variados y crecientes en número (*Smart Phones*, contadores inteligentes asociados al suministro de energía o agua, sensores de presencia, uso del transporte público mediante tarjetas inteligentes, etc). Los datos generados por estos dispositivos, unidos a los generados por la infraestructura de la ciudad, permiten obtener en tiempo real una imagen instantánea de la situación de la ciudad que, a través de los oportunos algoritmos de decisión, puede convertirse en una potente herramienta de gestión para la mejora de los servicios y de su eficiencia.

Un ejemplo de iniciativa que emplea al ciudadano como sensor es el caso de la iniciativa *Smart Citizen* (11). Dentro de esta iniciativa se han creado en el Fab Lab de Barcelona (12) los *Smart Citizen Kits*. Estos kits, mediante el uso de tecnología *Machine to Machine* (M2M) transforman a los ciudadanos en verdaderos sensores capaces de recoger información de calidad de aire, temperatura, sonido, humedad y cantidad de luz mediante una placa con un cargador solar y una antena WiFi que permite subir los datos en tiempo real a plataformas on-line. Estos kits que no necesitan de intervención humana, incorporados en los dispositivos móviles que usa el ciudadano permitirían una recogida de información muy valiosa para la gestión de la ciudad (figura 1).

El éxito de los mecanismos de participación activa requiere de ciudadanos comprometidos y dispuestos a colaborar. Para ello, las administraciones deben

FIGURA 1
INICIATIVA SMART CITIZEN. KIT DE SENSORES



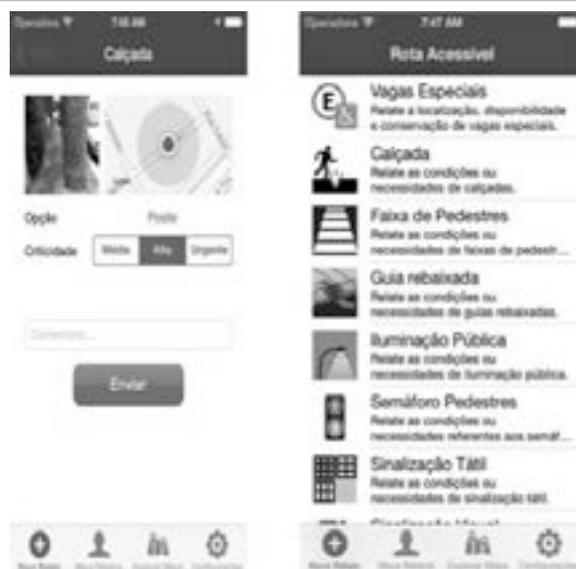
FUENTE: <http://waag.org/en/project/smart-citizen-kit>

dotar a sus ciudadanos de soluciones sencillas de manejar y fácilmente instalables en los dispositivos móviles. Además, es necesario realizar una labor de concienciación y de promoción de las herramientas. Cada vez son más los servicios que permiten la participación directa del ciudadano. Un ejemplo de este tipo de soluciones es el proyecto *Rota Acessível* (13), en funcionamiento en la ciudad de Sao Paulo, Brasil. Se trata de una aplicación gratuita para «*Smart Phone*» diseñada para llevar a cabo un estudio de la accesibilidad en las calles de las ciudades brasileñas. El objetivo de la aplicación es compartir las dificultades de acceso que encuentran los ciudadanos en su camino diario, ayudando a construir una base de conocimientos sobre la movilidad urbana en Brasil. La plataforma ofrece una serie de categorías, para que los usuarios pueden etiquetar y reportar los problemas que observan, incluyendo lugares especiales, aceras, rampas, alumbrado público, semáforos, pasos de peatones y señalización visual.

Este tipo de aplicaciones aprovecha todas las capacidades que proporcionan los dispositivos móviles permitiendo conocerla, además de enviar comentarios, aportar fotografías, conocer la ubicación exacta gracias al posicionamiento GPS, etc... La información recibida se puede agregar con otras informaciones aportadas por otros ciudadanos y por la propia información recogida por los propios servicios municipales generando bases de datos de gran utilidad para la Administración y los ciudadanos.

En el caso del ejemplo seleccionado, las utilidades del servicio son muchas, tanto para la Administración como para el ciudadano. La Administración puede valerse de los datos recogidos por la aplicación para hacer la ciudad más accesible, eliminando las barreras arquitectónicas, reparando el mobiliario urbano, con una mejor aplicación de los recursos disponibles a tal efecto. El ciudadano dispone de información de especial interés con acceso no sólo a la información proporcionada por la Administración, sino también a los comentarios y aportaciones de otros ciudadanos.

FIGURA 2
CAPTURA DE PANTALLAS DE LA APLICACIÓN «ROTA ACESSÍVEL»



FUENTE: <https://itunes.apple.com/br/app/ibm-rota-acessivel/id644712974?mt=8>.

Por tanto, una correcta agregación de la información generada por este tipo de aplicaciones junto con una correcta explotación de la misma, ayudan en la mejora de la gestión de los recursos públicos y permiten incrementar la calidad de vida de la Ciudad. Soluciones parecidas se están implantando en muchas ciudades del mundo (IRIS) (14) en Venecia, ADVISORA (15) en México con un ámbito mayor a la ciudad, Línea Verde (16) en Segovia, etc. (figura 2).

Si hablamos de participación pasiva debemos hablar de redes sociales. La Administración ha incorporado el uso de las redes sociales como herramienta, tanto para mejorar la relación con la ciudadanía como para innovar en los procesos de gobierno (Criado *et. al.*, 2013). Además de ser una herramienta en sí mismas que la Administración debe saber cómo utilizar de forma adecuada (Bustos, 2013), son una fuente muy rica de información mediante la cual el ciudadano se expresa libremente, constituyéndose en espacios no reglados de participación ciudadana (Richmond, 2013).

Una correcta monitorización de las redes sociales permite a los gestores públicos detectar tendencias, identificar en tiempo real los temas que preocupan a los ciudadanos o realizar análisis de servicios concretos. Para aprovechar la información de las redes sociales existen numerosas herramientas tanto para su gestión (Socialdente, 2012) como para su monitorización (Socialblabla, 2013) (Fernández, 2013), así como numerosos manuales y normativas desarrollados desde la Administración para la Administración. Como referencia baste indicar el publicado por el Ayuntamiento de Madrid (17), el Ayuntamiento de San Sebastián (18) o la Junta de Castilla y León (19).

La posibilidad de explotación de la información que el ciudadano vierte de forma continua, y muchas veces

en tiempo real, sobre su interacción continua con la ciudad y los servicios que ofrece, puede aportar a los gestores públicos una visión muy interesante y de gran valor para la toma de decisiones y la mejora continua de los servicios prestados. Sabiendo que la información que se puede encontrar en las redes sociales tiene un valor intrínseco muy alto, la explotación de esta información supone resolver dos problemas. Por un lado se trata de información no estructurada y basada en lenguaje natural, en segundo lugar la cantidad de información a explotar es elevadísima (se estima que se generan 300 millones de *Tweets* al día). El uso de tecnologías semánticas junto con las posibilidades que proporciona el *Big Data* están permitiendo a la industria realizar análisis de mercado y tomar decisiones estratégicas (Valderrabanos, 2011). La Ciudad Inteligente también debe integrar los mecanismos de escucha activa de la redes sociales en sus procesos de recogida de información e integrar la información que se genera en sus procesos de gestión tanto a medio plazo (análisis histórico de información), como a corto plazo (por ejemplo, para enriquecer los mecanismos de monitorización en tiempo real de servicios). El valor de esta información se multiplica si le incorporamos la información de geoposicionamiento que proporcionan la mayoría de las redes sociales.

Un ejemplo de aproximación global, que incluye tanto la participación activa como la pasiva (redes sociales y sensores), la podemos encontrar en el proyecto Ciudad 2020 (20). Este proyecto, cofinanciado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) promueve, entre otros objetivos, la participación activa del ciudadano como sensor, mediante aplicaciones de participación activa que permiten al ciudadano la transmisión de incidencias en la vía pública, como de participación pasiva mediante la información generada por el uso de infraestructura

urbana sensorizada y de las redes sociales. El proyecto está desarrollando pruebas en la ciudad de Zaragoza para localizar áreas de la ciudad con mayor actividad social junto con los puntos de interés en los que se podría mejorar la gestión.

La participación ciudadana, tanto activa como pasiva, en la Ciudad Inteligente debe ser inocua ayudando a la gestión más eficiente de la ciudad. Para ello es fundamental velar por el cumplimiento riguroso de las normas que rigen la protección de datos de los ciudadanos (Campanillas, 2012). La Autoridad Catalana de Protección de Datos (*apdcart*), dadas las potenciales implicaciones que el desarrollo de la Ciudad Inteligente puede tener para la protección de datos de carácter personal, ha abierto un documento para el debate en el que se revisan conceptos y normativa (21). Todas las posibilidades que brindan las nuevas tecnologías para la recopilación de datos y explotación de la información que atesoran, pueden volverse en contra de los gestores de la ciudad sino se tienen en cuenta todos los aspectos relacionados con los derechos fundamentales asociados a la privacidad y la protección de datos.

SOBRE e-ADMINISTRACIÓN, e-GOBIERNO Y e-DEMOCRACIA

Nos gustaría repasar algunos conceptos que generan confusión especialmente en este momento de ebullición de lo «*Smart*» y que deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar estrategias concretas en torno a la relación de la Administración con el ciudadano y a la inversa. Cuando hablamos de las relaciones entre el ciudadano y la Administración por medios electrónicos rápidamente acudimos al término Administración Electrónica o e-Administración. Aunque, como se indicó en el 4º Congreso Nacional CENTAC de Tecnologías de Accesibilidad, «los servicios de administración electrónica y *smart cities* comparten el mismo objetivo: hacer la vida más sencilla a los ciudadanos y mejorar su calidad de vida», el significado del término Administración Electrónica se ha generalizado hasta el punto que cualquier relación telemática de la Administración con sus ciudadanos y viceversa se considera parte de la Administración Electrónica.

No obstante, con el fin de analizar el estado de avance de la relación entre Administración y ciudadanos, sería bueno siguiendo las indicaciones del grupo Observatorio de la Administración Electrónica de las Comunidades Autónomas creado en el marco del Comité Sectorial de Administración Electrónica dependiente de la Conferencia Sectorial de Administración Pública, diferenciar claramente entre tres ámbitos de análisis: **e-Administración**, **e-Gobierno**, y **e-Democracia**. El estado de desarrollo de estos tres ámbitos, medibles mediante indicadores consensuados permite obtener una imagen del desarrollo de las relaciones entre Administración y ciudadanos (22).

El primer ámbito de actuación, **e-administración**, hace referencia a los procesos y mecanismos de

conversión de los procesos analógicos y basados en papel a procesos digitales. Se trata del desarrollo de la oficina sin papeles y por tanto el ámbito de análisis es interno a la Administración. El segundo ámbito, **e-gobierno**, se centra en las relaciones en interacción entre la Administración y sus ciudadanos. El concepto de e-gobierno recoge la proyección externa de la Administración Electrónica hacia los ciudadanos. Estos dos ámbitos están estrechamente ligados entre sí y sin el primero no se puede conseguir el adecuado desarrollo del segundo.

El tercer ámbito de análisis, y de interés especial para el objeto de esta revisión es el de **e-democracia**. La e-democracia se entiende como la posibilidad de que los ciudadanos puedan participar activamente en la toma de aquellas decisiones que les afectan a través de las tecnologías de la información. Como comentábamos en párrafos anteriores, esta participación se perfila como clave en el desarrollo de la ciudad Inteligente. Los indicadores acordados en los grupos de trabajo anteriormente mencionados para medir este ámbito son los siguientes.

- Existencia de portales de datos abiertos.
- Existencias de mecanismos de participación ciudadana, diferenciando entre encuestas on-line, foros on-line, listas de correo y mensajes a móviles
- Posibilidad de contactar directamente con los miembros del gobierno y ciudadanía
- Posibilidad de realizar voto electrónico
- Participación de las administraciones en redes sociales

El desarrollo de estos tres ámbitos de actuación solo cabe entenderlo como un proceso evolutivo y de maduración. La tecnología es necesaria para su desarrollo pero no es suficiente. El desarrollo de los tres conceptos tiene implicaciones organizativas profundas y conlleva un proceso de maduración hacia una manera diferente de entender los servicios prestados por las Administraciones Públicas. Es difícil pensar en un e-Gobierno eficiente si no existe una e-Administración eficiente. De igual forma es difícil pensar en una Administración con capacidad de gestionar adecuadamente servicios de e-Democracia sin que los otros dos ámbitos (e-Gobierno y e-Administración) estén bien implantados y embebidos en los procedimientos y en la organización de las Administraciones competentes.

Lo que sí podemos afirmar es que la Administración se ha puesto en marcha para desarrollar los tres ámbitos antes mencionados y se están desarrollando políticas públicas en esa dirección. Prueba de ello es el posicionamiento en el ranking que cada dos años publica la ONU en el que España se coloca en 2014 en la posición decimocuarta en e-Government y la posición decimonovena en e-participación (ONU, 2014).

Un punto de inflexión normativo en España en la evolución hacia el *Open Government* ha sido la ley

19/2013 de 9 de diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno (23); Esta ley junto con la Ley 11/2007 (24), de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos, y el Real Decreto 1492/2011 (25) por el que se desarrolla la Ley 37/2007 sobre Reutilización de la Información del Sector Público, aportan un marco legal al desarrollo de los tres ámbitos antes mencionados. Este marco legal se acompaña con los planes de Gobierno Abierto, que dentro del marco de la Iniciativa Alianza para el Gobierno Abierto, desarrolla el Estado Español de forma voluntaria (26).

A pesar de que queda mucho por hacer y de que puede haberse generado cierta frustración por las expectativas creadas frente a los resultados obtenidos hasta la fecha (Ortiz de Zárate, 2013; Jiménez-Meroño, 2014), la implementación de políticas a largo plazo junto con un marco normativo apropiado ha permitido el posicionamiento de España en los tres conceptos antes mencionados. Como indica el informe de la ONU sobre e-gobierno (ONU, 2014):

«This improvement is the result of long-term e-government planning. In 2005, the country unveiled the Plan Avanza, its first information society strategy and in 2010 Plan Avanza 2 was launched aimed at positioning Spain as a leader in the use of advanced ICT products and services».

Estos planes tienen continuidad con la Agenda Digital para España (27). Desde la Agenda Digital para España se hace especial hincapié en el desarrollo de la participación ciudadana. Desde su elaboración, al ser sometida a consulta pública, hasta su desarrollo. El área de actuación de mejora de la e-Administración hace especial énfasis, en su línea de actuación 4. «Impulso de la transparencia en las actuaciones de la Administración General del Estado», a la participación ciudadana (gráfico 3).

Las Comunidades Autónomas también están dando los pasos normativos necesarios que permitan el desarrollo hacia la e-democracia. Baste nombrar como muestra de este proceso las leyes o anteproyectos de leyes de los gobiernos de la Comunidad Valenciana (la Ley 11/2008 de 3 de julio Ley de Participación ciudadana), de Aragón (anteproyecto de Ley de Transparencia Pública y Participación Ciudadana de Aragón), de Andalucía (Ley 1/2014, de 24 de junio, de Transparencia Pública de Andalucía) o la de Navarra (Ley Foral 11/2012, de 21 de Junio de la Transparencia y el Gobierno Abierto).

La Administración Local es la Administración más cercana al ciudadano. Recordando las palabras de Tip O'Neill, «*all politics is local*», es en el ámbito local, en los Ayuntamientos, en los que deben comenzar los procesos participativos y de e-democracia. Siguiendo el artículo 70.bis.3 de la ley 7/1985 de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, introducido por la Ley 57/2003, de 16 de diciembre, de Medidas para Modernización del Gobierno Local, que recogía la obligación de los municipios a impulsar el uso



FUENTE: ONU.

de las tecnologías para facilitar la participación ciudadana, la Administración Local también está generando los mecanismos para poder evolucionar hacia una gestión con una participación más activa de sus ciudadanos. Así, la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) tiene un área temática de Modernización Participación Ciudadana y Calidad con el objeto principal de difundir y promover los procesos de modernización, participación Administración ciudadana y calidad en la Local. Desde la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI) se están desarrollando reglamentos tipo de Transparencia y Reutilización para el desarrollo del Gobierno Abierto bajo los principios de transparencia, participación y colaboración, mismos principios en los que se basa «Plan de Acción Europeo sobre Administración Electrónica 2011-2015. Aprovechamiento de las TIC para promover una Administración Pública inteligente, sostenible e innovadora» (Comisión Europea, 2010). Sin olvidar los esfuerzos ya realizados por muchos ayuntamientos, que al amparo de la ley 7/1985 de 2 de abril han desarrollado sus propias ordenanzas municipales que regulan la participación ciudadana.

Como indicábamos, existe un marco legal bastante desarrollado y en continuo perfeccionamiento, planes a medio y largo plazo como la Agenda Digital para España, y una cada vez mayor demanda de participación activa de los ciudadanos, no obstante no es tarea fácil encontrar ejemplos bien desarrollados de Administraciones que ofrezcan mecanismos de participación ciudadana sencillos y directos.

La Administración General del Estado, por medio de su portal 060 (28), pone a disposición del ciudadano canales de participación como son el acceso a encuestas, redes sociales, foros y recogida de opiniones. En el caso de los gobiernos autonómicos podemos encontrar iniciativas como IREKIA (29), que se define como la herramienta que materializa el embrión de gobierno abierto en Euskadi y una práctica de buena gobernanza hacia la transparencia, la participación y la colaboración. En el ámbito local podemos nombrar a Barcelona con su iniciativa GO (30). La Ciudad de Barcelona está desarrollando una estrategia extensa de Gobierno Abierto para sus ciudada-

nos que bajo la iniciativa GO engloba: transparencia, participación y datos abiertos. Centrándonos en la participación, Barcelona pone a disposición de sus ciudadanos un canal completo de participación ciudadana en el que es posible encontrar desde información de procesos de participación abiertos hasta buenas prácticas. Con el fin de facilitar la participación del ciudadano, GO incluye una aplicación gratuita, desarrollada para Android e iOS, para que los ciudadanos tengan acceso a los representantes políticos locales, puedan opinar y valorar sobre las políticas municipales y participar en los diferentes procesos participativos abiertos en todo el mundo.

Poner en marcha iniciativas de participación ciudadana no está reñido con el tamaño de la Administración competente. Es el caso de la iniciativa de Teledemocracia Activa del ayuntamiento de Jun (31), que con una población en torno a los 3.500 vecinos ha implantado soluciones de participación ciudadana mediante el uso de las TIC. Este uso intensivo de las TIC para avanzar en la e-Democracia está generando proyectos innovadores³² que pueden a medio plazo cambiar la forma de entender los procesos de toma de decisiones a los que estamos acostumbrados.

Sherry R. Arnstein, en su artículo «*A ladder for citizen participation*» presentaba una tipología de tipos de participación (figura 3, en la página siguiente) (Arnstein, 1969). Y aunque el mismo autor la considera una abstracción simplista dada la complejidad social, es una referencia a tener en cuenta. Las TIC han permitido reducir considerablemente la distancia entre escalones permitiendo dar un salto cuantitativo en los mecanismos de participación. Actualmente, con la implantación de canales de comunicación y participación basados en TIC podríamos aventurarnos a indicar que las Administraciones se mueven entre los escalones 4, 5 y 6. Y, aunque todavía queda mucho por hacer (Cordobés, 2014), la sociedad conectada (Pin, 2011) es una fuerza de cambio imparable que anima a las Administraciones a reducir la distancia entre los peldaños que separan los diferentes estadios de la participación.

Actualmente, la tecnología no es un impedimento para la creación de canales de participación ciudadana. Lo que sí puede suponer un impedimento es el acceso a ella. Brecha digital, inclusión digital y participación son conceptos relacionados como ya indicaba María del Carmen Agustín Lacruz y Manuel Clavero Galofré en su artículo de 2009. (Agustín Lacruz, 2009) (ver figura 6 en la página siguiente)

Desde la definición que realizó la Agencia Nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA) indicando la desigualdad entre los que tienen ordenador y los que no lo tienen en 1995, hasta la actualidad, las tecnologías se han democratizado. El informe de 2013 «La Sociedad en Red» del Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información indica que el 69,6% de los hogares españoles dispone de acceso a Internet y que el «*Smart Phone*»

tiene una penetración en España del 53,7%. El riesgo de exclusión tecnológica se ha reducido gracias a esta democratización. Aun así, es necesario el desarrollo de políticas activas de alfabetización tecnológica con el fin de que las herramientas TIC que desde la Administración se están articulando para facilitar la participación puedan llegar al mayor número de ciudadanos posibles. La Agenda Digital para España tiene como uno de sus objetivos prioritarios promover la inclusión digital. Como la propia Agenda indica:

«el sexto objetivo persigue conseguir una Sociedad de la Información inclusiva en la que la ciudadanía y profesionales dispongan de un elevado grado de preparación para obtener las ventajas del uso intensivo de las TIC. Para ello, la Agenda plantea dos áreas de trabajo fundamentales: impulsar la inclusión y la alfabetización digital; y adecuar los sistemas formativos para la capacitación digital y la formación de nuevos profesionales TIC».

Conseguir este objetivo es básico para asegurar que los mecanismos de participación ciudadana que se pongan en marcha tengan el máximo uso y no se caiga en un nuevo «despotismo ilustrado» en el que ahora los «ilustrados» sean aquellos que tienen acceso a las TIC y saben utilizarlas.

UN RETO PARA LA ADMINISTRACIÓN

Las Administraciones se encuentran con un reto complejo en este nuevo entorno en el que el ciudadano tiene acceso a información de forma masiva, genera datos en tiempo real y reclama entornos de participación activa. Para poder enfrentarse al reto con eficiencia y eficacia, la colaboración entre Administraciones y de éstas con el sector industrial se convierten en fundamentales y deben desarrollarse de forma extensa y con visión amplia, todo ello con la ayuda de las TIC utilizadas de forma inteligente y sin olvidar que éstas son un medio y no un fin en sí mismo.

La Administración debe ser capaz de responder ante el nuevo paradigma de relación con los ciudadanos de una forma coordinada, buscando la normalización de soluciones basadas en estándares que aseguren la interoperabilidad. Las ventajas de esta respuesta coordinada son muchas. La coordinación entre administraciones permite sumar esfuerzos, compartir buenas prácticas y coordinar acciones permitiendo un uso más eficiente de los recursos públicos. La normalización potencia la calidad de los productos, procedimientos y servicios, facilita una comunicación clara e inequívoca entre todas las partes interesadas según un método de referencia. La interoperabilidad, entendida como la capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos se convierte en elemento clave en la cooperación y la normalización permitiendo entre otros la transferencia de tecnología y la reutilización de aplicaciones (33).

FIGURA 3
TIPOLOGÍA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA DE ARNSTEIN



FUENTE: Elaboración propia a partir de representaciones de la escalera de Arnstein.

Desde el punto de vista de la coordinación entre administraciones y más allá del papel esencial que juega los mecanismos oficiales de coordinación (34, 35), cabe destacar en el ámbito de las Ciudades Inteligentes a la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI) (36) que mediante un proceso que podríamos denominar «auto-organizativo», ha agrupado desde 2011 a 54 ciudades (37) con intereses comunes en el desarrollo inteligente con el objetivo de intercambiar experiencias y trabajar conjuntamente para desarrollar un modelo de gestión sostenible y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, incidiendo en aspectos como el ahorro energético, la movilidad sostenible, la Administración electrónica, la atención a las personas o la seguridad.

Este proceso de cooperación de ciudades para trabajar en la globalidad del concepto Ciudad Inteligente y, hasta donde nosotros sabemos, sin equivalente en otros países del mundo, tiene un carácter eminentemente práctico y ha permitido crear redes de colaboración entre técnicos municipales en áreas de interés común para la ciudad. En el tema que nos ocupa cabe destacar el grupo de trabajo de innovación social y el grupo de trabajo de gobierno, economía y negocios. Estos grupos tratan entre otros, temas tan relacionados con la participación ciudadana como son el gobierno abierto y la administración electrónica.

Los procesos de colaboración existentes no son solamente entre iguales. Con el fin de conseguir los máximos resultados es necesaria la colaboración entre los diferentes actores de la ciudad. Un ejemplo de estos procesos de colaboración se puede encontrar en el *City Protocol* (38) organizada como corporación sin ánimo de lucro en California, que engloba a ciudades de diferentes continentes, a la industria y a la academia.

Desde la Administración Central, en concreto desde la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y pa-

ra la Sociedad de la Información se están liderando iniciativas de colaboración público privada, como es el Comité Técnico de Normalización CTN-178 Comité de Normalización de Ciudades Inteligentes con el fin de estandarizar criterios y procedimientos en torno al concepto Ciudad Inteligente de modo que las necesidades de la ciudad y las soluciones existentes en el mercado avancen de forma coordinada.

Por tanto la Administración está buscando los canales de cooperación que el nuevo paradigma «Smart» requiere y sin los cuales no será posible dar respuesta al nuevo modelo de relación que se genera entre los ciudadanos y los Administradores de la Ciudad.

CONCLUSIONES

Las ciudades están evolucionando de forma muy rápida aprovechando el uso intensivo de las TIC con el fin de adquirir el calificativo de «inteligentes». Este calificativo solamente se puede conseguir si en este proceso evolutivo se tienen en cuenta a los ciudadanos, entendiendo ciudadano de una forma amplia como todo aquel que se relaciona con la ciudad (residente, visitante, empresas). Las TIC proporcionan herramientas que permiten la puesta en marcha de canales de participación así como la recogida de información generada por el ciudadano en su relación diaria con el entorno urbano y sus servicios. Esta información generada por el ciudadano, cada vez es mayor gracias a la democratización de las TIC que se refleja en el uso masivo de las redes sociales y del «Smart Phone» por los ciudadanos. Los nuevos paradigmas tecnológicos (IoT, *bigdata* etc.) permiten la recogida y explotación masiva de una información valiosa que hasta hace pocos años era inaccesible.

Los canales de participación con el ciudadano permiten el desarrollo de la e-democracia y el gobierno abierto, base del concepto Ciudad Inteligente. La toma masiva de datos y su transformación en información per-

mite la mejora continua de los servicios ayudando a la toma de decisiones a corto, medio y largo plazo. El ciudadano con su participación activa toma el papel que le corresponde en la ciudad no solamente desde un punto de vista teórico sino efectivo y práctico.

La Administración no debe mirar hacia otro lado ante este nuevo paradigma de relación con sus ciudadanos, sino que debe trabajar proporcionando las herramientas adecuadas que permitan el desarrollo de canales de comunicación accesibles para todos, eliminando posibles barreras y buscando que la ciudad, además de inteligente, sea una ciudad para y de sus ciudadanos.

NOTAS †

- [1] <https://www.waag.org/>
- [2] http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-17629
- [3] <http://datos.gob.es>
- [4] <http://www.epsiplatform.eu/content/european-psi-score-board>
- [5] <http://datos.gijon.es/>
- [6] <http://opendata.bcn.cat/opendata/es>
- [7] <http://www.epsiplatform.eu/content/european-psi-score-board>
- [8] <http://www.zaragoza.es/ciudad/rips/>
- [9] http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/
- [10] <http://www.asedie.es/imagenes/asedie%20informe%20del%20sector%20informediario.pdf>
- [11] www.smartcitizen.me
- [12] www.fablabbcn.org
- [13] <http://www.rotaaccessivel.com/>
- [14] <http://iris.comune.venezia.it/>
- [15] <http://www.avisora.mx/>
- [16] http://www.lineaverdesegovia.com/v/incidencias_online.asp
- [17] http://www.madrid.es/Datelematica/Navegaciones/EspacioRedes/Ficheros/Pol%C3%ADticas_uso_redes_sociales.pdf
- [18] <http://www.sreyes.org/es/portal.do?identificador=2770&IIDR=1TR=A>
- [19] <http://www.rmd.jcy.es/web/jcy/MunicipiosDigitales/es/Plantilla100Detalle/1274785511218/1274785511218/1284230572569/Redaccion>
- [20] <http://www.innprontaciudad2020.es/index.php/es/el-proyecto-descripcion-y-actividades>
- [21] <http://www.apd.cat/media/2724.pdf>
- [22] http://www.seap.minhap.gob.es/dms/es/publicaciones/centro_de_publicaciones_de_la_sgt/Monografias/parrafo/INFORME_CAE_2012/Informe_CAE_2012.pdf
- [23] <http://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12887.pdf>
- [24] https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-12352
- [25] http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-17629
- [26] <http://www.opengovpartnership.org/es/node/261>
- [27] http://www.agendadigital.gob.es/agenda-digital/recursos/Recursos/1.%20Versi%C3%B3n%20definitiva/Agenda_Digital_para_Espana.pdf
- [28] <http://www.060.es/>
- [29] <http://www.irekia.euskadi.net/es>
- [30] <http://governobert.bcn.cat/es>
- [31] <http://www.jun.es/>
- [32] <http://partidodelared.org/>
- [33] PAE portal de la administración electrónica administracionelectronica.gob.es.

- [34] http://www.seap.minhap.gob.es/es/areas/politica_local/cooperacion_local.html
- [35] http://www.femp.es/Portal/Front/ContenidoDetalle/_fxSSGDnKJVmXLPe9dEU7-YR_lq5dCigC
- [36] <http://www.redciudadesinteligentes.es/>
- [37] Número de ciudades perteneciente a RECE a septiembre de 2014 obtenido de <http://www.redciudadesinteligentes.es/>
- [38] <http://cityprotocol.com>

BIBLIOGRAFÍA †

- ARNSTEIN, S. R. (1969): «A Ladder of Citizen Participation», *JAIPI*, vol. 35, nº. 4, July 1969, pp. 216-224
- BARBOSA, J (2014): «Telefónica: a un clic de las TIC: Big data: piedra angular de las Smart Cities». [Citado 2014/04/29]. Disponible en <http://www.aunclidelastic.com/big-data-piedra-angular-de-las-smart-cities/>
- BUSTOS, G. (2013): Trabajar más por un poco menos: «10 errores de la Administración Pública en las redes sociales». [Citado 2013/06/08]. Disponible en <http://trabajandomasporunpocomenos.wordpress.com>
- CAMPANILLAS CIAURIZ, J. (2012): IRUSIMATICA: «Smart cities y protección de datos» [Citado el 2012/03/19]. Disponible en <http://www.iurismatica.com/smart-cities-y-proteccion-de-datos/>.
- 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).
- CASTIÑERA, R.; VILLENA, J. y VILLATORO, D. (2013): «Por sus hábitos les conocerás». *Ciudad Sostenible*, 2º Trimestre.
- COMISIÓN EUROPEA (2010): Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones. Plan de Acción Europeo sobre Administración Electrónica 2011-2015 Aprovechamiento de las TIC para promover una administración pública inteligente, sostenible e innovadora
- CORDOBÉS, A., (2014): «Las administraciones publican información, pero no responden a los ciudadanos». El Confidencial. http://www.elconfidencial.com/espana/2014-07-29/las-administraciones-publican-informacion-pero-no-responden-a-los-ciudadanos_168248/
- CRiADO, J. I. y ROJAS-MARTÍN, F. (eds) (2013): *Las redes sociales digitales en la gestión y las políticas públicas*. Barcelona: Escola d'Administració Pública de Catalunya.
- EMC (2013): 7º Estudio Anual de EMC: Las oportunidades del Universo Digital. El software y los sensores aceleran la expansión del Universo Digital.
- FERNÁNDEZ M., (2013): Socialmedia «Monitorización de redes sociales». [Citado el 2013/04/10]. Disponible en <http://mukom.mondragon.edu/socialmedia/>
- FERNÁNDEZ, R. (2013): *Intelligent Infrastructure: Ferrovial's blog on innovation, transport and cities of the future: Smart Cities: You as a Sensor (Yaas)*. [Citado 2013/11/22] Disponible en: <http://blog.ferrovial.com/en/2013/11/smart-cities-you-as-a-sensor-yaas/>.
- GONZÁLEZ, M. (2009): «Empoderamiento, participación ciudadana y gestión local» *Ciudadano libre*. [Citado 2009/06/01]. Disponible en <http://ciudadanolibre.blogspot.com.es/2009/06/empoderamiento-participacion-ciudadana.html>.
- GONZÁLEZ, A.; VILLAZÓN-TERRAZAS, B.; VILCHES-BLÁZQUEZ, L.M. GÓMEZ, J.M. y CORCHO, O. (2013): «Iniciativas de Linked Data para Smart Cities», *CIUDAD2020: Hacia un nuevo modelo de ciudad inteligente sostenible*.
- GONZALO, P (2011): «Activismo 2.0 y empoderamiento ciudadano en red (I)» *Compromiso Empresarial*, septiembre-octubre 2011. Disponible en <http://www.compromisoempresarial.com/>
- HERNÁNDEZ-GALAN, J (2013): «Intervención en el Foro "Smart City, Foro de la nueva ciudad"». Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=q2d92hU27d4>

ISLAS, O y HUITRON, H. (2011): «Ensayos para la transparencia. Ensayo 14: "Transparencia 2.0. Nuevos medios y acceso a la información pública en el Distrito Federal, oportunidad para el empoderamiento ciudadano». Instituto de Acceso a la Información Pública del Distrito Federal.

JIMENEZ MEROÑO, S. (2014): «ConectaAD: «¡Es la frustración, idiota!: el fracaso de la Administración electrónica» [Citado 2014/06/18] Disponible en <http://www.conectad.es/blog>

KRESIN, F (2013); «Design rules for smarter cities» [Citado 2013/11/04]. Disponible en <https://waag.org/en/blog/design-rules-smarter-cities>

LACRUZ *et al.*, (2009): *Indicadores sociales de inclusión digital: brecha y participación ciudadana, gobernanza y tecnologías de la información en la sociedad del conocimiento*, ISBN 978-84-92774-59-3, pp. 143-166

LLINARES, J (2007): «Open governance, administración pública y otros temas. [citado 2007/12/29] Disponible en <http://www.javierllinares.es/?p=476>

MUÑOZ DE DIOS, M. D. y DE LA FUENTE ROBLES, Y. (2014): «Trabajo Social y Ciudades Inteligentes: Hacia una nueva concepción de accesibilidad en los destinos turísticos para la promoción de la autonomía personal. *Revista Internacional de Trabajo Social y Bienestar*, nº 3.

NAVAJO GÓMEZ, P. (1995): «Radiografía del Voluntariado Social en España», en ABC Nuevo trabajo, nº 63 Madrid 2 de julio.

ONU (2014): «United nations e-government survey 2014 e-Government for the Future We Want».

ORTIZ DE ZÁRATE, A. (2013): «El blog de esPublico: «Mi novia es una zombie». [Citado 2013/09/20] Disponible en <http://administracionpublica.com/promesas-incumplidas-eadmin/>

PIN, J. R., y GARCIA-LOMBARDÍA, P. (2011): «Liderazgo de una sociedad conectada: ¿estamos preparados?». IESE Business School.

PRINCE, A. (2013): «Historia de dos ciudades: Datos abiertos para la innovación y la transparencia.». [Citado 2013/10/31] Disponible en <http://www.i-ambiente.es>.

RICHMOND, N (2013): «Redes sociales ¿Espacio de participación ciudadana?», VI Encuentro Panamericano de Comunicación.

SEISDEDOS, G. (2012): «El Camino hacia las Smart Cities: Pero, ¿qué *@%&! es una Smart City? BIT 188. Disponible en <http://www.coit.es/publicaciones/bit/bit188/monograficoseisdodos.pdf>

SOCIALDENTE 2012: «14 herramientas recomendadas para la gestión de redes sociales». [Citado el 2012/02/02] Disponible en <http://www.socialdente.com/>

SOCIALBLABLA 2013: «9 herramientas gratuitas para monitorizar las Redes Sociales». [Citado el 2013/05/14]. Disponible en <http://socialblabla.com>

TABOADA, J. M. (2014): «¿Smart City, una solución para los futuros retos de la urbe?». TYS Magacine. Disponible en <http://www.tysmagazine.com/smart-city-una-solucion-integral-para-los-futuros-retos-de-la-urbe/>

THE ECONOMIST, (2013): «Open Data: a new goldmine». *The Economist*, edición impresa del 28 de mayo.

VALDERRABANOS, A. (2011): «Qué puede hacer la semántica para explotar las redes sociales (y todo internet, ya que estamos». *MarketingDirecto.com*. La Columna del 11 de abril.

WEBB, J (2013): «Democratizing technology and the road to empowerment». Radar: Insight, analysis and research about emerging technologies. [Citado 2013/12/18]. Disponible en <http://radar.oreilly.com/2013/12/democratizing-technology-and-the-road-to-empowerment.html>

Otros temas



EL MODELO DE KALDOR BAJO CONDICIONES DE DEPENDENCIA ESPACIAL EL CASO DE LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS

JOSÉ DANIEL BUENDÍA AZORÍN (*)

Departamento de Economía Aplicada

MARÍA DEL MAR SÁNCHEZ DE LA VEGA

Departamento de Métodos Cuantitativos para
la Economía y la Empresa

Universidad de Murcia

Según enunciaba N. Kaldor (1) hace casi medio siglo, el sector industrial es el motor del crecimiento económico, argumentando que el éxito de los países ricos obedeció al desarrollo de su sector industrial. Kaldor formuló tres leyes sobre las causas del crecimiento económico señalando el importante rol desempeñado por el producto industrial.

La primera mostraba la elevada correlación entre el crecimiento del producto industrial y el crecimiento del output de la economía; la segunda planteaba la estrecha relación entre el crecimiento de la productividad industrial y el output de la industria manufacturera; y la tercera establecía una relación positiva entre el crecimiento de la productividad de la economía y el crecimiento del producto industrial y negativa con el crecimiento del empleo en los sectores no manufactureros.

Este protagonismo del sector industrial está asociado a su capacidad de absorción del progreso tecnológico que permite reducir los requerimientos de factores por unidad de producto, a su potencial para generar innovaciones en los procesos productivos y su liderazgo para inducir el crecimiento a través de su fuerte vinculación con el resto de actividades productivas. Además, estas actividades promueven y potencian los llamados nuevos vectores del crecimiento como la internacionalización, la innovación y el conocimiento. Todo ello desemboca en una serie de ventajas inherentes al sector industrial, entre las que destacan su mayor capacidad para crear más valor añadido por empleado, absorbe empleo más

calificado y estable, es la principal actividad exportadora, propicia en mayor medida la inversión en I+D y estimula la demanda de servicios avanzados.

El interés por la contrastación empírica de las leyes del crecimiento de Kaldor ha suscitado un buen número de trabajos tanto en el ámbito de países individuales como de las regiones. En el ámbito regional se ha consolidado una línea de investigación que ha incorporado las técnicas de la econometría espacial para mostrar la validez de las leyes de Kaldor. Algunas de estas aplicaciones han sido las realizadas en los estados de Estados Unidos (Bernat, 1996), las regiones de Europa (Fingleton y MacCombie, 1998) y (Pons y Viladecans, 1999a), las provincias españolas (Pons y Viladecans, 1999b) o las regiones griegas (Alexiadis y Tsagdis, 2006).

La importancia de considerar la interacción espacial entre las unidades geográficas reside en conocer si la distribución espacial de las variables objeto de estudio sigue un esquema aleatorio o de autocorrelación o dependencia espacial entre las observaciones, ya que en presencia de autocorrelación espacial los resultados de las estimaciones del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) quedan invalidados.

Tal y como recogen Tiefelsdorf y Griffith (2007), la autocorrelación espacial en una variable tiene un triple origen: a) ausencia o falta de factores exógenos con diferentes patrones espaciales que están vinculados espacialmente a los residuos; b) los procesos subyacentes de los mecanismos de intercambio entre las observaciones; c) problemas de agregación de las unidades espaciales subyacentes. La presencia de autocorrelación viola el supuesto de independencia estocástica entre las observaciones, por lo que la presencia de residuos correlacionados espacialmente en la estimación del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) produce estimaciones de los parámetros ineficientes (la matriz de varianzas-covarianzas del término de perturbación es no esférica), la varianza residual será sesgada y las predicciones MCO serán ineficientes.

Por tanto, cuando se detecta e identifica el esquema de autocorrelación espacial es frecuente utilizar como método de estimación el máximo-verosímil (MV). Los estimadores MV se obtienen a partir de la maximización del logaritmo de la función de verosimilitud asociada al modelo espacial especificado (2). Este procedimiento paramétrico requiere especificar la hipótesis de normalidad de la distribución del modelo subyacente.

Sin embargo, se pueden plantear métodos alternativos que no requieren establecer supuestos tan restrictivos sobre la distribución del modelo. Este es el caso del método semiparamétrico de filtrado espacial que se propone en este trabajo.

El objetivo de este trabajo consiste en evaluar el cumplimiento del modelo de Kaldor (3) sobre las causas del crecimiento económico de las provincias españolas durante el periodo expansivo 1995-2007, utilizando el método de filtrado espacial propuesto por Griffith (1996, 2000) para capturar la dependencia espacial de los residuos del modelo de regresión.

La información estadística utilizada procede de la publicación de la Contabilidad Regional de España realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Los datos correspondientes al Valor Añadido Bruto (VAB) del sector industrial y del VAB total en las diferentes provincias en términos reales se han calculado utilizando los deflatores sectoriales y del VAB total de las Comunidades Autónomas (4). El análisis sobre el crecimiento provincial se circunscribe a cincuenta provincias durante el último periodo expansivo de la economía española 1995-2007.

El resto del artículo está estructurado como sigue. El primer apartado proporciona una breve exposición del modelo de crecimiento regional desde la perspectiva neoclásica y postkeynesiana. Básicamente se sintetiza la aportación realizada por N. Kaldor enfatizando el papel de los rendimientos crecientes en las actividades industriales, la importancia del lado de la demanda en el crecimiento diferenciado de los diferentes territorios y la mejora de la eficiencia en el conjunto del sistema, presentando las ecuaciones

que nos permitirán evaluar el grado de cumplimiento de los mismos. En el segundo apartado se realiza el análisis exploratorio de los datos para detectar la presencia de autocorrelación espacial, justificando la incorporación del análisis espacial. El apartado tercero presenta la metodología de filtrado semiparamétrico de autocorrelación espacial basada en el enfoque de los vectores propios, como alternativa al enfoque paramétrico de los modelos autorregresivos de retardo o error. En el apartado cuarto se presentan los principales resultados del análisis de regresión realizado, que verifican el cumplimiento de las leyes de crecimiento de Kaldor en el contexto de las provincias españolas durante el periodo analizado. Finalmente, en las conclusiones se resumen los resultados alcanzados y sus implicaciones.

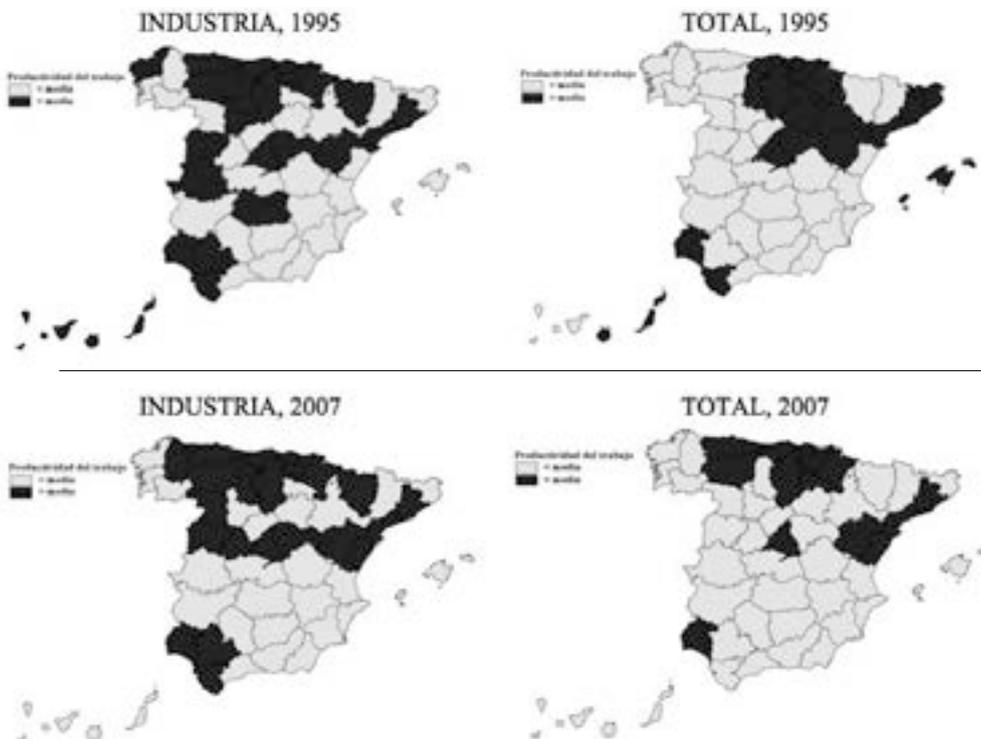
ALGUNAS NOTAS SOBRE EL MODELO DE CRECIMIENTO REGIONAL DE N. KALDOR †

En el ámbito del crecimiento económico regional, los análisis sobre por qué unas regiones crecen más que otras, qué factores son los determinantes del crecimiento o por qué las diferencias interespaciales aumentan o disminuyen, se encuadran principalmente en dos corrientes diferenciadas, la neoclásica y la postkeynesiana. Representativo de la corriente neoclásica es el modelo de Borts y Stein (1964), que enfatiza los factores de la oferta (inputs capital y trabajo) y su movilidad interregional como determinantes principales del crecimiento. Entre los autores representativos de la corriente postkeynesiana se encuentra N. Kaldor, que en su trabajo publicado en 1966 incorpora la existencia de rendimientos crecientes a escala (en sentido amplio, incluyendo las economías externas y de aglomeración en la industria manufacturera –Ley de Verdoorn–), el papel determinante de la demanda (base exportación) y del movimiento de la «eficiencia de los salarios (5)» en el comportamiento de la producción y la exportación. Esta última determina si la participación de una región en el conjunto de mercados está aumentando o disminuyendo. Cuanto más baja sea la eficiencia de los salarios, más alto será el índice de crecimiento del producto.

En definitiva, el modelo de Kaldor proporciona un círculo virtuoso en la medida que los rendimientos crecientes proporcionan índices más altos de crecimiento de la productividad en las regiones con índices de crecimiento de producción más rápido. Estas regiones tendrán salarios de eficiencia más bajos puesto que éste disminuirá relativamente en aquellas regiones con una productividad superior al promedio y unos índices de crecimiento del producto igualmente superiores a la media.

Estos supuestos e hipótesis que conforman las tres leyes del crecimiento endógeno de Kaldor y que se pueden sintetizar en el papel que ejerce la industria manufacturera como motor del crecimiento económico pueden expresarse formalmente en las siguientes tres ecuaciones:

FIGURA 1
PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO RELATIVA DE LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

$$\dot{\rho}I_i = \alpha_1 + \beta_1 \dot{Q}I_i + \mu_i \beta_1 > 0 \quad (\beta_1 \text{ coeficiente de Verdoorn}) \quad [1]$$

$$\dot{\rho}T_i = \alpha_2 + \beta_2 \dot{Q}I_i + \delta_1 \dot{E}NI_i + \mu_i \beta_2 > 0 \quad \delta_1 < 0 \quad [2]$$

$$\dot{W}E_i = \beta_3 \dot{\rho}T_i + \mu_i \quad \beta_3 < 0 \quad [3]$$

donde:

$\dot{\rho}I_i$: crecimiento de la productividad del trabajo en la industria.

$\dot{\rho}T_i$: crecimiento de la productividad del trabajo de todos los sectores productivos.

$\dot{E}NI_i$: crecimiento del empleo no industrial.

$\dot{Q}I_i$: crecimiento de la producción industrial.

$\dot{W}E_i$: crecimiento de la eficiencia de los salarios.

La ecuación [1] (ley de Verdoorn) afirma que existe una relación positiva entre la tasa de crecimiento de la productividad industrial y la tasa de crecimiento de la producción industrial. Este incremento de la producción industrial viene inducido en parte por el fuerte dinamismo de las exportaciones (base exportación) y, como consecuencia de los rendimientos crecientes (disminución de costes de producción), el excedente generado es reinvertido, aumentando el stock de capital y por consiguiente la mejora de la productividad industrial.

La ecuación [2] establece una relación positiva entre el crecimiento de la productividad de toda la economía y el crecimiento de la producción industrial y una relación negativa con el crecimiento del empleo no industrial. En efecto, el crecimiento de la producción industrial origina un desplazamiento de la mano de obra hacia el sector industrial, generándose simultáneamente el crecimiento de la productividad de los sectores no industriales.

En la ecuación [3] se afirma que existe una relación negativa entre la eficiencia de los salarios y la productividad del trabajo. Una productividad más alta como consecuencia de un crecimiento de la producción reduce la eficiencia de los salarios bajo el supuesto de que los crecimientos salariales son similares (6) en todas las regiones. Esto explica por qué las regiones de crecimiento relativamente rápido tienden a adquirir ventajas acumulativas con respecto a las de crecimiento lento.

ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS VARIABLES ¶

Cuando se trata con datos espaciales no se deben ignorar los efectos de la localización y la dependencia espacial y, en este sentido, es útil la inclusión de mapas que permiten una visión adicional de los datos en el proceso descriptivo de las distribuciones espaciales de las variables. En la figura 1 se muestra la posición que ocupan las provincias españolas en tér-

CUADRO 1
AUTOCORRELACION ESPACIAL DE LAS VARIABLES*

Variable Provincial	I de Moran	C de Geary
$\hat{Q}I_i$	0.229 (0.001)	0.672 (0.004)
$\hat{E}N_i$	0.469 (0.001)	0.538 (0.001)
$\hat{\rho}I_i$	0.213 (0.020)	0.688 (0.014)
$\hat{\rho}T_i$	0.486 (0.001)	0.472 (0.001)
$\hat{W}E_i$	0.406 (0.001)	0.682 (0.001)

* Número de observaciones n=50.

Entre paréntesis aparece el nivel de significación del estadístico.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

minos de productividad del trabajo relativa del sector industrial y el total provincial respecto al promedio de España en 1995 y 2007. Se observa que las provincias que registran una productividad del sector industrial superior a la media tienden a registrar también una mayor productividad en sus economías y están localizadas mayoritariamente en la cornisa cantábrica y el noreste peninsular. Asimismo, se pone de manifiesto una cierta tendencia al agrupamiento de las provincias con productividad superior a la media (norte peninsular) y aquéllas con registros inferiores (sur peninsular), siendo indicativo de la posible existencia de dependencia espacial.

Por tanto, como se puso de manifiesto anteriormente, es necesario considerar la localización espacial de cada provincia para evaluar la importancia del efecto espacial a la hora de analizar el cumplimiento del modelo de Kaldor sobre el crecimiento económico. Para detectar la presencia de autocorrelación espacial en las variables utilizadas recurrimos a los estadísticos I de Moran y C de Geary (7), y al diagrama de dispersión de Moran para la variable productividad industrial. Para el cálculo de los estadísticos es necesario definir la matriz de contacto o contigüidad (8) W , en las que cada elemento w_{ij} recoge la interacción entre observaciones. En este trabajo se utiliza la matriz de contactos binaria en la que los valores de w_{ij} son igual a 1 si dos provincias son vecinas y cero en otro caso. Esta matriz W es estandarizada por filas.

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos de los estadísticos de autocorrelación espacial de las variables (9) producción industrial ($\hat{Q}I_i$), empleo no industrial ($\hat{E}N_i$), productividad industrial ($\hat{\rho}I_i$), productividad total ($\hat{\rho}T_i$) y los salarios de eficiencia ($\hat{W}E_i$) de las provincias españolas en el periodo 1995-2007.

Los valores de estos estadísticos muestran la existencia de autocorrelación espacial positiva en las variables, lo que indica que las provincias con mayor productividad industrial tienen como vecinos provincias

con productividad elevada y las que presentan valores bajos tienen vecinos con productividades bajas.

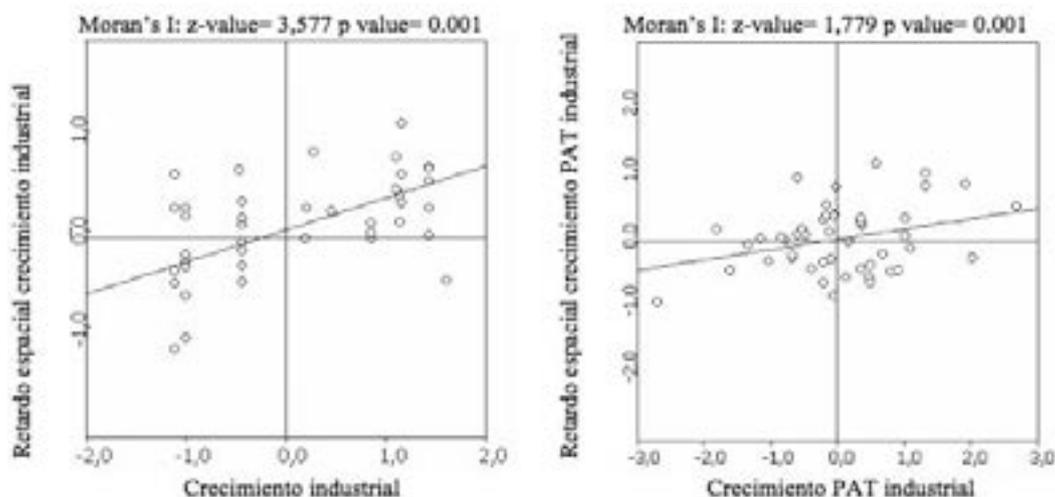
Para visualizar este esquema de asociación espacial positiva, se presenta en la figura 2 (en la página siguiente) el diagrama de dispersión de Moran referido al crecimiento del producto industrial y de la productividad del trabajo industrial de las provincias españolas en el periodo 1995-2007. Como se observa, en el eje de abscisas se representan los valores normalizados del crecimiento del producto y la productividad del trabajo industrial para cada provincia y en ordenadas las correspondientes a las provincias vecinas (retardo espacial). La mayoría de las provincias están posicionadas en los cuadrantes I y III en el diagrama de dispersión de Moran, lo que indica un esquema de asociación espacial positiva en consonancia con los valores positivos del índice de Moran.

Por consiguiente, se concluye del análisis espacial exploratorio que las variables provinciales del modelo presentan autocorrelación espacial, por lo que para realizar la contrastación del cumplimiento del modelo de Kaldor en el proceso de crecimiento económico de las provincias españolas es necesario considerar el factor de vecindad o proximidad geográfica (correlación espacial) como elemento explicativo de las mismas.

EL FILTRADO SEMIPARAMÉTRICO DE AUTOCORRELACIÓN ESPACIAL ∇

El análisis de datos que presentan autocorrelación espacial suele realizarse a través de modelos que especifican directamente una estructura espacial, siendo los más frecuentes los modelos autorregresivos espaciales (10). En el caso del estudio de las leyes de Kaldor y los efectos espaciales éste ha sido el enfoque utilizado hasta ahora (ver Bernat, 1996 y Pons y Viladecans, 1999a, 1999b, entre otros). Como alternativa, en este trabajo utilizamos la técnica de filtrado espacial de Griffith (1996, 2000). Esta técnica presenta ventajas en cuanto a la robustez en presencia de errores de

FIGURA 2
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE MORAN DEL CRECIMIENTO DEL PRODUCTO
Y LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO INDUSTRIAL PROVINCIAL 1995-2007



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

CUADRO 2
VECTORES PROPIOS SELECCIONADOS

Regresión	Autovectores candidatos	Autovectores significativos
$\hat{\rho}_i = \alpha_1 + \beta_1 \hat{Q}_i + \mu_i$	$e_7, e_2, e_9, e_{13}, e_4, e_5, e_{11}$	$e_7, e_1, e_2, e_9, e_{13}$
$\hat{\rho}T_i = \alpha_2 + \beta_2 \hat{Q}_i + \delta_1 \hat{E}N_i + \mu_i$	$e_8, e_2, e_3, e_9, e_5, e_7, e_4, e_6$	$e_8, e_2, e_3, e_9, e_5, e_7$
$WE_i = \beta_3 \hat{\rho}T_i + \mu_i$	$e_1, e_{12}, e_5, e_4, e_2, e_3$	e_1, e_{12}, e_5, e_4

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

especificación del modelo frente al enfoque tradicional basado en la estimación de máxima verosimilitud. Además, permite extraer distintas componentes del proceso espacial, que pueden visualizarse y aportar una interpretación muy sencilla (11).

El procedimiento de Griffith descompone la variable estudiada en función de una componente sistemática o no espacial, que es una combinación lineal de las variables explicativas observadas, y una componente espacial formada por una combinación lineal de variables sintéticas que representan la estructura espacial de conjunto de datos. Estas componentes se pueden incorporar en un marco de modelización MCO o de modelos lineales generalizados (MLG). En los trabajos de Griffith (1996, 2000) se consideran los autovectores de una matriz V , obtenida a partir de la matriz de conectividad W ; y la técnica que desarrollan consiste en introducir como regresores estos autovectores para construir un modelo de regresión lineal en el que los errores no presentan dependencia espacial, por lo que se pueden utilizar las técnicas de estimación MCO (12).

RESULTADOS EMPÍRICOS ‡

Como se ha constatado en el apartado 3, las variables que se utilizan para evaluar el cumplimiento del

modelo de Kaldor sobre el crecimiento económico de las provincias españolas en el periodo considerado presentan un esquema de autocorrelación espacial positiva. Por tanto, para la estimación de cada una de las ecuaciones del modelo se utiliza el método de filtrado espacial propuesto por Griffith, que captura la autocorrelación espacial mediante una combinación lineal de variables sintéticas.

El procedimiento consiste en el cálculo de los autovectores de la matriz de contigüidad transformada V , que se denotan por e_1, e_2, \dots, e_{50} . A continuación, se seleccionan los autovectores cuyo valor absoluto del estadístico de Moran estandarizado está por debajo de un umbral. Finalmente, a partir de los autovectores encontrados se seleccionan los que son estadísticamente significativos como variables explicativas de la correspondiente variable dependiente, ver cuadro 2 (13).

Los resultados de la estimación MCO de cada una de las ecuaciones espaciales incluyendo los vectores significativos se presentan en los cuadros 3, 4 y 5, en la página siguiente).

El cuadro 3 muestra los resultados de la regresión [1], en el que se verifica la relación positiva y significativa entre el crecimiento de la productividad industrial y el crecimiento del *output* industrial. También se pone de manifiesto que el aumento de la producción

CUADRO 3
PARÁMETROS ESTIMADOS EN LA REGRESIÓN (1). VARIABLE DEPENDIENTE: $\hat{\rho}_l$

	Valor	Std.Error	t-statistic	Prob
Constante	-10.523	4.593	-2.291	0.026 **
\hat{Q}_l	0.722	0.082	8.746	0.000 ***
e_7	56.660	16.683	3.396	0.001 ***
e_1	-35.654	16.683	1.819	0.038 **
e_2	30.341	16.683	1.819	0.075*
e_3	-32.887	16.683	-1.971	0.055*
$e_{1,3}$	31.475	16.683	1.887	0.065*
R ² ajustado	0.665			
F-statistic	17.230			

* Significativo al nivel de confianza del 10%.

** Significativo al nivel de confianza del 5%

*** Significativo al nivel de confianza del 1%.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

CUADRO 4
PARÁMETROS ESTIMADOS EN LA REGRESIÓN (2). VARIABLE DEPENDIENTE: $\hat{\rho}T_l$

	Valor	Std.Error	t-statistic	Prob
Constante	4.234	0.227	18.632	0.000 ***
\hat{Q}_l	0.081	0.031	2.621	0.012 **
$\hat{E}N_l$	-0.446	0.033	-13.477	0.000 ***
e_8	1.593	0.325	4.890	0.000 ***
e_2	0.993	0.325	3.048	0.004 **
e_3	0.796	0.325	2.444	0.018 **
e_5	-0.759	0.325	-2.332	0.024 **
e_6	-0.657	0.325	-2.017	0.050 *
$e_{1,3}$	-0.663	0.325	-2.036	0.048 **
R ² ajustado	0.823			
F-statistic	29.570			

* Significativo al nivel de confianza del 10%.

** Significativo al nivel de confianza del 5%

*** Significativo al nivel de confianza del 1%.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

CUADRO 5
PARÁMETROS ESTIMADOS EN LA REGRESIÓN (2). VARIABLE DEPENDIENTE: $\hat{W}E_l$

	Valor	Std.Error	t-statistic	Prob
Constante	2.484	0.194	12.741	0.000 ***
$\hat{\rho}T_l$	-0.835	0.054	-15.324	0.000 ***
e_1	-0.988	0.296	-3.338	0.001 **
e_{12}	-1.371	0.296	-4.631	0.000 ***
e_5	-0.804	0.296	-2.716	0.009 **
e_4	-0.738	0.296	-2.494	0.016 *
R ² ajustado	0.849			
F-statistic	56.20			

* Significativo al nivel de confianza del 10%.

** Significativo al nivel de confianza del 5%

*** Significativo al nivel de confianza del 1%.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

industrial explica en algo más de dos terceras partes el incremento de la productividad industrial.

En el cuadro 4 se muestran los resultados de la estimación de la ecuación [2], que confirman que el crecimiento de la productividad agregada depende positivamente del crecimiento del *output* industrial y negativamente del crecimiento del empleo no industrial. Como se observa, el crecimiento de la productividad agregada es explicado en un 82,3% por los aumentos de la producción industrial y el crecimiento del empleo no industrial.

Finalmente, en el cuadro 5 se presentan los resultados de la ecuación [3], en la que se constata la relación inversa entre la eficiencia de los salarios y el crecimiento de la productividad agregada, como lo pone de manifiesto el valor negativo del parámetro y el elevado coeficiente de determinación ajustado.

En resumen, la contrastación realizada del modelo de Kaldor en el contexto del crecimiento de las provincias españolas en el periodo 1995-2007 verifica su cumplimiento y pone de relieve el importante papel del sector industrial en el crecimiento del conjunto de la economía. Como se puso de manifiesto en el inicio de este trabajo, y al margen de otras consideraciones, se corrobora el carácter determinante del sector industrial en el crecimiento económico debido a su liderazgo para inducir el crecimiento a través de su fuerte vinculación con el resto de actividades.

CONCLUSIONES †

En este trabajo se ha evaluado el cumplimiento del modelo de Kaldor en el proceso de crecimiento económico experimentado por las provincias españolas en el periodo 1995-2007. Los resultados obtenidos confirman su validez, verificando la existencia de rendimientos crecientes en la industria, efectos *spillovers* de la industria al aumento de la productividad del resto de sectores y el efecto positivo de la productividad sobre los costes laborales unitarios.

Un aspecto importante del trabajo ha sido incorporar el análisis de la dependencia espacial de las variables del modelo y probar la existencia de autocorrelación en las mismas. Como se ha puesto de manifiesto en el trabajo, la presencia de autocorrelación viola el supuesto de independencia estocástica entre las observaciones, por lo que la presencia de residuos correlacionados espacialmente en la estimación MCO produce estimadores ineficientes.

Por tanto, para corroborar el cumplimiento del modelo de Kaldor bajo condiciones de autocorrelación espacial de las variables estudiadas se ha utilizado el enfoque semiparamétrico de filtrado espacial para capturar los efectos estadísticos de la autocorrelación espacial como alternativa a los habituales procedimientos paramétricos de modelos autorregresivos (retardo espacial y error espacial), que suponen con frecuencia el supuesto no siempre adecuado

sobre la distribución subyacente del modelo (distribución normal).

El análisis exploratorio muestra que son las provincias localizadas en la cornisa cantábrica, el noreste y Madrid las que registran una productividad del trabajo industrial y total superior a la media, existiendo una cierta tendencia a la formación y agrupamiento de dos tipos diferenciados de provincias, las que presentan una productividad superior a la media (norte peninsular) y aquellas con registros inferiores (sur peninsular).

Los resultados obtenidos de cada una de las especificaciones del modelo de Kaldor verifican que el aumento de la producción industrial explica en algo más de dos terceras partes el incremento de la productividad industrial, que el crecimiento de la productividad agregada depende positivamente del crecimiento del *output* industrial y negativamente del crecimiento del empleo no industrial y la elevada influencia de la productividad del trabajo en la reducción de la eficiencia de los salarios (costes laborales unitarios).

Finalmente, señalamos que aunque se ha corroborado la consistencia del modelo de Kaldor en el crecimiento económico de las provincias españolas en el periodo 1995-2007, puede tener interés formular en investigaciones futuras un planteamiento en el que, por un lado, se amplíen los factores explicativos del crecimiento de la productividad del trabajo a otras variables como la inversión en capital fijo, la inversión en I+D, la difusión tecnológica, el capital humano, el grado de internacionalización o la especialización productiva y, por otro, se realicen las estimaciones del modelo de filtrado espacial con datos de panel, puesto que presenta numerosas ventajas en la investigación aplicada y se obtienen estimaciones más eficientes.

*** Este trabajo se ha visto beneficiado por los comentarios y sugerencias realizadas por un evaluador.**

NOTAS †

- [1] Véase Kaldor (1966, 1975).
- [2] Algunas trabajos realizados desde esta perspectiva son los de Bernat (1996) y Pons-Novell, J. y Viladecans-Marsal, E. (1999). En ellos se contrastan las leyes de Kaldor mediante la utilización de modelos paramétricos autorregresivos en su doble formulación, modelo de retardo espacial y modelo de error espacial.
- [3] La formulación planteada en este trabajo está recogida en Richardson, H.W.(1977).
- [4] En las Comunidades Autónomas pluriprovinciales se extrapolan los deflatores regionales del sector industrial y del total del VAB a las provincias, supuesto que en algunos casos puede distorsionar la interpretación de los resultados obtenidos.
- [5] Según Kaldor el movimiento de los salarios de eficiencia es el resultado de la variación relativa de los salarios monetarios respecto a la variación de la productividad. Esta definición se identifica con el concepto más actual de coste laboral unitario. Formalmente se expresa como: W_m / \dot{p} donde W_m = crecimiento del salario monetario y \dot{p} = crecimiento de la productividad del trabajo.
- [6] Este supuesto se explica por la influencia de algunos factores, entre ellos, el entorno institucional, los efectos de la mo-

- vilidad interregional de la mano de obra y los convenios colectivos a nivel nacional.
- [7] La definición de estos estadísticos puede consultarse en Anselin(1988) y Anselin y Florax(1995).
- [8] La dependencia espacial entre provincias es formulada con la matriz de contactos W en términos de contigüidad (frontera física común) y expresa la importancia que tiene la cercanía y el contacto físico entre provincias en la distribución de las variables. También es habitual plantear matrices de distancias, en las que w_{ij} suele representar la inversa de la distancia entre las observaciones i y j .
- [9] Las variables están expresadas en términos de crecimiento y los datos utilizados proceden de la publicación de la Contabilidad Regional de España realizada por el Instituto Nacional de Estadística y pueden consultarse en el siguiente enlace online: http://www.ine.es/daco/daco42/cre00/serieh/cre00_sh.htm.
- [10] Una exposición de estos modelos puede encontrarse, entre otros, en Anselin (1988), Anselin y Hudak (1992) y LeSage y Pace (2009).
- [11] En el anexo se detalla el desarrollo formal del método semiparamétrico de filtrado espacial empleado en este trabajo.
- [12] También se aplica en modelos lineales generalizados, para errores con una distribución de Poisson (Griffith, 2002) o errores binomiales (Griffith, 2004).
- [13] La descripción detallada del procedimiento seguido se presenta en el anexo.
- [14] Tal como apuntan Griffith y Peres-Neto (2006), las técnicas de filtrado espacial basadas en los autovectores tienen carácter semiparamétrico, debido a que la autocorrelación es una función desconocida (no paramétrica), que hay que estimar a partir de un conjunto de datos; la función se incorpora mediante una combinación lineal de un conjunto de variables cuyos coeficientes hay que estimar (paramétrico).

BIBLIOGRAFÍA

ALEXIADIS, S. y TSAGDIS, D.(2006): «Reassessing the Validity of Verdoorn's Law under Conditions of Spatial Dependence: A case of the Greek Regions». *Journal of Post Keynesian Economics*, vol. 29, nº 1, pp.149-175.

ANSELIN, L.(1988): *Spatial econometrics: Methods and models*. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers.

ANSELIN, L. y HUDAK, S.(1992): «Spatial econometrics in practice: A review of software options». *Regional Science and Urban Economics*, vol. 22, nº 3), pp. 509-536.

ANSELIN, L. (2001): *Spatial econometrics. In A companion to theoretical econometrics*, ed. Badi H. Baltagi, 310-30. Malden: Blackwell.

ANSELIN, L. y FLORAX, R.J.(1995): *New directions in spatial econometrics*. Springer-Verlag, Berlin.

BERNAT, G. A.(1996): «Does manufacturing matter?: a spatial econometric view of Kaldor's laws». *Journal Regional Science*, nº 36: pp. 463-77.

BORTS, G.H. y STEIN, J.L.(1964): *Economic Growth in a Free Market*. Nueva York: Columbia U.P.

CLIFF, A. y ORD, J.(1981): *Spatial process: Models & applications*. London: Pion.

FINGLETON, B. y MACCOMBIE, J.S.L. (1998): «Increasing returns ana economic growth: some evidence for manufacturing from the European Union regions». *Oxford Economic Paper*, nº 50: pp. 80-105.

GRIFFITH, D.A.(1996): «Spatial autocorrelation and eigenfunctions of the geographic weights matrix accompanying geo-referenced data». *The Canadian Geographer*, nº 40, pp. 351-367.

GRIFFITH, D.A.(2000): «A linear regression solution to the spatial autocorrelation problem». *Journal of Geographical Systems*, nº 2, pp. 141-156.

GRIFFITH, D.A.(2002): «A spatial filtering specification for the auto-Poisson model». *Statistics and Probability Letters*, nº 58, pp. 245-251.

GRIFFITH, D.A.(2004): «A spatial filtering specification for the autologistic model». *Environment and Planning A*, nº 36, pp. 1791-1811.

GRIFFITH, D. y PERES-NETO, P.(2006): «Spatial modeling in ecology: the flexibility of eigenfunction spatial analyses». *Ecology*, nº 87, pp. 2603-2613.

KALDOR, N.(1966): *Causes of the slow rate of growth of the United Kingdom*. Cambridge University Press. Cambridge.

KALDOR N.(1975): «Economic growth and the Verdoorn law». *Economic Journal*, nº 85, pp. 891-896.

LESAGE, J. y PACE, R .(2009): *Introduction to Spatial Econometrics*. CRC Press Inc.

PONS NOVELL, J. y VILADECANS-MARSAL, E.(1999a): «Kaldor's laws and spatial dependence: evidence for the European regions». *Regional Studies*, vol. 33, nº 5, pp. 443-451.

PONS NOVELL, J. y VILADECANS-MARSAL, E.(1999b): «Leyes de Kaldor y efectos espaciales. Una aplicación a las provincias españolas». *Revista Asturiana de Economía*, nº 14, pp.131-148.

RICHARDSON, H.W.(1977): *Teorías del crecimiento regional*. Ed. Pirámide. Madrid.

TIEFELSDORF, M. y GRIFFITH, D.(2007): «Semi-parametric filtering of spatial autocorrelation: the eigenvector approach». *Environment and Planning A*, nº 39,pp. 1193-1221.

ANEXO
EL MÉTODO DE FILTRADO ESPACIAL

Tradicionalmente la econometría espacial incorpora la autocorrelación espacial en los denominados modelos autorregresivos espaciales. Una forma general del modelo autorregresivo es el llamado modelo tipo Cliff-Ord (ver Anselin, 1988, Anselin y Hudak, 1992 y LeSage y Pace, 2009):

$$\begin{aligned} y &= \rho W_1 y + X\beta + u, \\ u &= \lambda W_2 u + \varepsilon \\ \varepsilon &\sim (0, \Omega) \end{aligned}$$

donde W_1 y W_2 son dos matrices de pesos (que pueden ser iguales), y es un vector ($n \times 1$) de la variable endógena para las n observaciones georreferenciadas, X es una matriz ($n \times k$) de k variables exógenas, incluyendo un vector unidad ($n \times 1$), β es el vector de los parámetros de regresión y ε es un vector ($n \times 1$) de las perturbaciones aleatorias. Estos modelos capturan la dependencia espacial a través de uno o dos parámetros. Su estimación puede realizarse por el método de máxima verosimilitud o por el método generalizado de los momentos (ver Anselin, 1988, 2001), ya que el método MCO no resulta adecuado debido a las consecuencias que la dependencia espacial produce en los estimadores.

Un método alternativo es el filtrado espacial propuesto por Griffith (1996, 2000) que descompone la variable con dependencia espacial en función de una componente que captura la dependencia espacial, obtenida mediante un filtro espacial, y otra no espacial, que no presenta dependencia espacial. El filtro espacial es una combinación lineal de autovectores de una matriz construida a partir de la matriz de pesos. Así, se consideran los autovectores de la matriz

$$M \cdot W \cdot M \tag{A.1}$$

donde W es la matriz de conectividad y $M = I^{-1}(1' 1)^{-1}$, siendo I la matriz identidad de orden n , y 1 un vector de orden $n \times 1$ cuyos elementos son todos iguales a 1. Sea $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ un conjunto de autovectores ortogonales dos a dos de la matriz [A.1] asociados respectivamente a los autovalores $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$ con $\lambda_i \geq \lambda_{i+1}$ para $i=1, 2, \dots, n-1$. El valor del coeficiente de Moran, CM, en cada autovector e_i es igual a $k\lambda_i$ para $i=1, 2, \dots, n$, siendo K una constante (que vale 1 para formulaciones habituales de la matriz W) y $k\lambda_1$ y $k\lambda_n$ son, respectivamente, los valores máximos y mínimos que puede tomar el estadístico de Moran para la matriz W considerada. Además, el primer autovector, e_1 , es un conjunto de valores numéricos que da lugar al mayor coeficiente de Moran que se puede alcanzar para la matriz de contigüidad W , el segundo autovector, e_2 , da lugar a un CM mayor o igual que cualquier otro vector incorrelado con e_1 , y en general el valor de CM en e_j es mayor o igual que el correspondiente a cualquier otro vector incorrelado con $\{e_1, e_2, \dots, e_{j-1}\}$ para $j=2, \dots, n$. Basándose en estas propiedades, se introducen como regresores los autovectores para construir un modelo de regresión lineal en el que los errores no presentan dependencia espacial, por lo que se pueden utilizar las técnicas de estimación MCO.

A partir de los resultados anteriores, el trabajo de Tiefelsdorf y Griffith (2007) presenta un procedimiento de filtrado espacial semi-paramétrico (14) para modelos autorregresivos espacialmente retardados Gaussianos y modelos autorregresivos espaciales simultáneos Gaussianos (conocidos también como modelos de error espacial). Los primeros tienen la expresión

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon \tag{A.2}$$

y los segundos son de la forma

$$y = \rho W y + (I - \rho W) X\beta + \varepsilon \tag{A.3}$$

donde $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$, es la variable endógena, X es la matriz de variables exógenas y W una matriz de contigüidad.

Los modelos [A.2] y [A.3] pueden reescribirse de forma que se establezca la conexión con un modelo de la forma $y = X\beta + E y + \varepsilon$, siendo E una matriz de variables exógenas ausentes o no especificadas, las cuales presentan conjuntamente un patrón espacial respecto a las relaciones espaciales recogidas en W . Este enfoque considera que la variable dependiente puede descomponerse en tres componentes estadísticamente independientes: a) una componente de tendencia espacial sistemática en función de variables exógenas que tienen un significado sustantivo para el problema estudiado, b) una señal estocástica que incorpora un proceso espacial subyacente o variables exógenas omitidas con estructura espacial, y c) las perturbaciones ruido blanco. Su propuesta se basa en construir variables que sean capaces de representar adecuadamente la señal estocástica. Estas variables son los autovectores de la matriz

Los modelos [A.2] y [A.3] pueden reescribirse de forma que se establezca la conexión con un modelo de la forma $y = X\beta + E y + \varepsilon$, siendo E una matriz de variables exógenas ausentes o no especificadas, las cuales presentan conjuntamente un patrón espacial respecto a las relaciones espaciales recogidas en W . Este enfoque considera que la variable dependiente puede descomponerse en tres componentes estadísticamente independientes: a) una componente de tendencia espacial sistemática en función de variables exógenas que tienen un significado sustantivo para el problema estudiado, b) una señal estocástica que incorpora un proceso espacial subyacente o variables exógenas omitidas con estructura espacial, y c) las perturbaciones ruido blanco. Su propuesta se basa en construir variables que sean capaces de representar adecuadamente la señal estocástica. Estas variables son los autovectores de la matriz

$$M \frac{1}{2} (W + W^t) M \tag{A.4}$$

siendo $M = I - 1(1'1)^{-1}$ o $M = I - X(X'X)^{-1}X'$, según que se considere el modelo de retardo espacial (modelo [A.2]) o el modelo autorregresivo espacial (modelo [A.3]), respectivamente. Sea $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ un conjunto de autovectores ortogonales dos a dos de la matriz [A.4], entonces constituye una base para las variables espaciales proxy del modelo de regresión espacial considerado. Al utilizar estos autovectores como regresores, pueden funcionar como proxies de variables explicativas no incluidas.

Dado que el número de autovectores coincide con el de observaciones, no resulta adecuado considerarlos todos como regresores, por lo que se seleccionan aquéllos cuyo valor absoluto del estadístico de Moran estandarizado es inferior a un valor umbral. Para un modelo de regresión lineal estándar, como el que consideramos aquí, el procedimiento de selección de los autovectores se realiza mediante una regresión por etapas y cada etapa incorpora el autovector que da lugar a una mayor reducción del estadístico de Moran, hasta alcanzar un valor predeterminado.

La aplicación del procedimiento descrito a las variables del modelo de Kaldor, en las que se ha detectado la existencia de autocorrelación positiva y que la dependencia espacial está reflejada en el error, conlleva la selección de un subconjunto de vectores propios de la matriz [A.4], con $M = I - X(X'X)^{-1}X'$ y X la matriz de variables independientes. A continuación, a partir de los autovectores encontrados se eligen los que son estadísticamente significativos como variables explicativas. Una combinación lineal de estos autovectores constituye el filtro espacial, que incorporado a la regresión correspondiente elimina la autocorrelación espacial de los residuos.

Así, las regresiones que se estiman (por MCO) son:

$$\hat{\rho}l_i = \alpha_1 + \beta_1 \hat{Q}l_i + \sum_{j=1}^{k_1} \gamma_{r_j} e_{r_j} + \mu_i. \quad [A.5]$$

$$\hat{\rho}T_i = \alpha_2 + \beta_2 \hat{Q}l_i + \delta_1 \hat{E}Nl_i + \sum_{j=1}^{k_2} \gamma_{s_j} e_{s_j} + \mu_i. \quad [A.6]$$

$$\hat{W}E_i = \beta_3 \hat{\rho}T_i + \sum_{j=1}^{k_3} \gamma_{t_j} e_{t_j} + \mu_i. \quad [A.7]$$

donde $\{e_{r_j}\}_{j=1}^{k_1}$, $\{e_{s_j}\}_{j=1}^{k_2}$ y $\{e_{t_j}\}_{j=1}^{k_3}$, son respectivamente, el conjunto de autovectores seleccionados para cada una de las tres regresiones

MODELOS DE INNOVACIÓN TERRITORIAL, INDUSTRIAL Y EMPRESARIAL

APROXIMACIÓN TEÓRICA AL CONCEPTO DE PARQUE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

M^o PILAR LATORRE MARTÍNEZ

Profesora titular de la Escuela de Turismo

LUIS NAVARRO ELOLA

Profesor titular de la Escuela de Ingeniería
y Arquitectura

JESÚS PASTOR TEJEDOR

Profesor contratado doctor en la Escuela
de Ingeniería y Arquitectura

Universidad de Zaragoza

En los últimos años, hemos asistido a un cambio económico e industrial motivado, entre otras cosas, por la nueva dinámica tecnológica. Actualmente, la importancia del conocimiento científico y técnico así como de la creatividad y la innovación para el desarrollo no sólo empresarial e industrial, sino también social, ha hecho que surjan por todo el mundo

infraestructuras complementarias a los espacios industriales convencionales y a las instituciones dedicadas a la formación y producción, encaminados a desarrollar todos estos procesos y materializarlos en productos transferibles a la sociedad; estos son los Parques Científicos y Tecnológicos, un nuevo modelo de infraestructura surgidos en la segunda mitad del pasado siglo, que favorece, como hemos dicho, el desarrollo, industrial, económico, social y empresarial de la región donde se instala.

Suponen, por tanto, un Modelo de Innovación Territorial (MIT). Este concepto aparece a partir de los años ochenta y noventa como consecuencia de la planificación territorial regional desde ámbitos comunitarios y vinculados al relanzamiento de la ordenación del espacio de los estados europeos. MIT es el nombre genérico usado para estos modelos en los cuales la dinámica local institucional juega un papel significativo (Moulaert y Sekia, 2003). Según este enfoque la innovación empre-

sarial está determinada no solo por las capacidades individuales de las empresas, sino también por la actuaciones llevadas a cabo por los actores socioeconómicos e institucionales y por las políticas, los recursos y las iniciativas que surgen en el ámbito y que conformarían un entorno propicio al desarrollo y/o absorción de innovaciones, y para el auge de la empresa en sí. Las firmas, tras una primera valoración de los factores limitantes y motivadores con los que cuenta el lugar o región donde se pretenden instalar (cuadro 1, en la página siguiente), sin duda se verán beneficiadas de su inclusión en estos Parques (Alonso y Méndez, 2000; Méndez, 2002; Caravaca *et al.*, 2002; Sánchez Hernández, 2008).

A continuación, llevaremos a cabo una aproximación teórica a estas infraestructuras comenzando por contextualizarlas en relación con los conceptos de innovación y territorio. Para ello, aludiremos a los distintos Modelos de Innovación Territorial (MIT) definidos

CUADRO 1
FACTORES A TENER EN CUENTA POR LAS EMPRESAS A LA HORA DE ELEGIR EMPLAZAMIENTO

Factores de carácter limitante	Factores de carácter motivador
Costes de emplazamiento	Calidad de las comunicaciones viarias
Costes laborales	Proximidad a clientes de singular importancia
Costes financieros	Disponibilidad de mano de obra cualificada/especializada
Coste de la vida en el lugar	Nivel de productividad laboral
Presión fiscal	Disponibilidad suficiente de telecomunicaciones
Requisitos administrativos y burocráticos para la instalación	Conocimiento de la imagen positiva de la zona
Tamaño y dinamismo del mercado local/regional	Existencia de incentivos fiscales y ayudas económicas

FUENTE: Cotorruelo, 2001.

hasta el momento; y tendremos en cuenta también las políticas públicas destinadas a favorecer su desarrollo. Por último, nos centraremos ya en el tema objeto de nuestro estudio enumerando sus características y objetivos, y visualizando el fenómeno que suponen a nivel mundial.

SOBRE LA RELACIÓN DE INNOVACIÓN Y TERRITORIO ↓

La innovación se ha convertido en una de las líneas de investigación más relevantes en Ciencias Sociales, alcanzando un gran protagonismo desde mediados del siglo XX. La globalización económica –aunque se trata de un fenómeno que también afecta a cultura y política– establece un duro sistema de competencia mundial que obliga a las empresas, industrias y territorios a estar siempre alerta, y la innovación parece ser un factor de gran ayuda en esa lucha (Chesnais, 1994). De esta manera, las pequeñas y medianas empresas y las industrias han de apostar por producir a bajo coste y cada vez mejor para no perder competencias. Se considera que un esfuerzo de mejora sostenido, materializado en la capacidad de aprendizaje para generar y absorber innovaciones, resulta hoy un factor clave para aumentar la competitividad de las empresas y favorecer el desarrollo de los territorios (Méndez, 2002).

En este contexto, adquieren mucha importancia los espacios locales y regionales como factores de desarrollo y capacitación, donde los distintos actores llevarán a cabo maniobras de aprendizaje colectivo y puesta en valor de recursos humanos, financieros, culturales, patrimoniales y naturales a su alcance. (Aydalot, 1986; Porter, 1991; Vázquez Barquero, 1993; González Romero, 2006).

Según R. Méndez (2002) desde la década de los ochenta se ha abierto un debate que gira en torno a dilucidar qué factor es el mayor motor de la innovación, si lo es la empresa o lo es el territorio. Lo cierto es que la polémica es, cuanto menos, inexistente ya que ambos se complementan. La gran empresa tendría más capacidad para generar innovaciones por sí misma –por su propia organización interna– y la pequeña empresa es más dependiente de esa red de relaciones con el entorno para avanzar.

Modelos de Innovación Territorial ↓

Se trata del concepto acuñado por Mouaert y Sekia (2003) para aludir a diferentes patrones de innovación regional en los que tienen un peso destacado las actuaciones llevadas a cabo por los agentes, sociales e institucionales a nivel regional o local, que actúan en él. Presentan siete modelos territoriales de innovación, que describimos a continuación.

La teoría del Medio Innovador (Aydalot, 1986; Camagni, 1989; Maillat 1995a, Storper, 1997; Crevoiser, 2001). Es la teoría que en los años ochenta se gestó en el GREMY (Groupement Recherche Européen pour les Milieux Innovateurs-Grupo Europeo de Investigación sobre Medios Innovadores). En ella la empresa no es un agente innovador aislado sino parte del medio, y se debe analizar por tanto los modelos de organización que caracterizan ambos factores si se quiere obtener éxito en este campo. Distinguen entre tres espacios funcionales para la firma: la producción; el mercado; y espacio en el que se inserta, el cual debe ayudar a la misma para hacer frente a la incertidumbre. En él se tienen que dar varios tipos de relaciones para que se llegue al objetivo innovador y de desarrollo territorial. Han de producirse relaciones cualificadas o privilegiadas con respecto a la organización de los factores de producción; relaciones estratégicas entre la empresa, los socios, los proveedores y los clientes; y relaciones estratégicas con los agentes que forman parte del ambiente territorial.

Distritos Industriales (Becattini, 1979; Brusco, 1982; Bellandi, 1986; Garofoli, 1994; Vázquez Barquero, 1999; Méndez, 2002; González Romero, 2006...). El concepto fue utilizado por primera vez por Marshall (1890) en su obra *Principles of Economy*. Actualmente, el Distrito Industrial es comúnmente definido como un sistema productivo geográfico localizado basado en una fuerte división local del trabajo entre pequeñas empresas especializadas en diferentes escalones del ciclo de producción y distribución de un sector industrial –con mano de obra también especializada y con una fuerte tradición de conocimientos técnicos–, una actividad dominante o un número limitado de actividades. De esta manera, propicia la estabilidad en el mercado de trabajo al ofrecer una especialización. La idea principal es desarrollar un nú-

cleo industrial central alrededor del cual surgirán industrias subsidiarias, las cuales le proporcionarán útiles y materiales, y estarán especializadas en una parte del proceso productivo.

Sistemas Productivos Locales (Garofoli, 1986; Brusco, 1994; Méndez y Caravaca, 1996; Méndez, 2002; González Romero, 2006). Los Sistemas Productivos Locales pueden ser considerados como una generalización del Distrito Industrial. El hecho de que se haya retomado al Distrito Industrial como explicación para el éxito de ciertos ámbitos ha hecho que sus factores y fases –origen y desarrollo– se analicen más profundamente surgiendo nuevas categorías conceptuales entre las que está la que ahora estudiamos 1) Como el Distrito Industrial, el Sistema Productivo Local ve la industrialización como un proceso específico en áreas urbanas o rurales con una tradición artesana concreta –estaríamos hablando aquí de la industrialización difusa. 2). Ha sido empleado tanto para hacer referencia a una simple concentración empresarial de un determinado sector industrial como a una organización local de la producción entre empresas basada en una pluralidad de actividades económicas, aunque en los últimos años se ha generalizado un concepto de Sistema Productivo Local según el cual se trataría de ámbitos surgidos de la puesta en valor de los recursos endógenos, de procesos de descentralización productiva y/o como resultado de políticas públicas.

Nuevos Espacios Industriales (Castells, 1995; Storper, 1997; González Romero, 2006). Castells en 1985 y Storper y Scott en 1987, pusieron en marcha la noción de Nuevos Espacios Industriales (NIS) en 1988. Se refiere a áreas industriales dinámicas y con gran capacidad de innovación tecnológica y especialización productiva, donde cobran especial importancia las denominadas nuevas tecnologías.

Sus características principales serían la concentración de empresas de servicios avanzados, infraestructuras para la innovación y recursos financieros; la existencia de infraestructura de transportes y comunicaciones que permite la conexión con las redes nacionales y mundiales; el recurso a una mano de obra con alto grado de formación y cualificación; y la aparición de economías de escala asociadas a la concentración de empresas que suponen una reducción de costes de transacción entre firmas y favorecen el intercambio de información.

Asimismo, podemos diferenciar cuatro tipos dentro de los Nuevos Espacios Industriales: los complejos industriales de innovación tecnológica; los centros metropolitanos regionales –que surgen de forma espontánea–; las ciudades científicas y los parques científicos y tecnológicos –que surgen por actuaciones de las administraciones públicas y en los cuales nos centraremos un poco más adelante–.

Clusters de Innovación (Porter, 1991; Enright, 1994; Saxenian 1994; Ehrenberg y Jacobsson, 1997). Dos de

las fuentes más utilizadas para el estudio de esta cuestión son los trabajos de Porter (1990) y Saxenian (1994). Según Porter, un *cluster* es un grupo de empresas, organizaciones e instituciones que, en la mayoría de los casos, lindan geográficamente, dentro de un sector específico aunque no excluyente, y están interconectadas por habilidades habituales y complementarias. A menudo son considerados como una derivación de la literatura referente a los Nuevos Espacios Industriales. Saxenian (1994), por su parte, realizó un estudio en Silicon Valley en el cual subrayaba el papel de las instituciones locales y la cultura tanto como las estructuras industriales y las organizaciones corporativas para el rendimiento económico. Parece claro que la creación de *clusters* permite incrementar la capacidad de innovación no sólo tecnológica sino también de mercado. Además, influyen sobre la competitividad de las organizaciones incrementando su productividad y eficacia a través de la utilización conjunta de recursos, ya sean materiales, humanos y/o de conocimiento, entre otros.

Sistema Regional de Innovación (Lundvall, 1988; Nelson, 1993; Patel y Pavitt, 1994; Carlsson *et al.*, 2002; Méndez, 2002; González Romero, 2006). Como característica fundamental está el hecho de que en ese proceso deberán participar los organismos generadores de conocimientos, algunos de los cuales hemos nombrado más arriba; las infraestructuras en las que se apoya la innovación, como los centros tecnológicos; las administraciones públicas, que con sus políticas tendrán que apoyar la investigación, el desarrollo y la innovación; la empresa en sí, ya que será la que adapte los nuevos avances generados; los recursos financieros, donde se requerirá una banca especializada que asuma los riesgos de invertir en determinados procesos; los recursos humanos, por supuesto especializados; y las organizaciones sociales que formen grupos de presión y opinión (3). La teoría de los Sistemas de Innovación Regional insiste en el rol del aprendizaje colectivo (4), el cual a su vez se refiere a las profundas relaciones cooperativas entre los miembros del sistema.

Regiones Inteligentes o Learning Regions: (Asheim, 1996; Florida, 1995; Antonelli y Ferrão, 2001, Méndez, 2002; González Romero, 2006). Atendiendo a sus características, deberíamos por decir que la dinámica innovadora se observa aquí como un proceso de investigación y desarrollo interactivo, acumulativo y específico, pero muy dependiente en esta teoría de la evolución de la tecnología y el papel de las instituciones, que juegan aquí rol fundamental. Por otra parte, el desarrollo regional depende de una doble dinámica: tecnológica y «tecno-organizativa»; y socioeconómica e institucional. Y en lo que respecta a la innovación se destaca la importancia del aprendizaje a través de la interacción, poniendo especial énfasis en las relaciones entre la economía y la vida cultural de la sociedad. Para este tipo de relaciones y de todos los agentes que participan en el proceso innovador, se requiere un sistema de redes.

CUADRO 1 DEFINICIONES DE PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

Castells y Hall (1994)	PCyTS como medios de innovación tecnológica destinados a empresas de sectores de alta tecnología
Cooke y Morgan (1998)	PCyTS como concentraciones de empresas de alta tecnología e institutos de investigación determinadas por políticas industriales
Hodgson (1994)	PCyTS son un proyecto inmobiliario que conlleva beneficios en el ámbito de la imagen y que otorga rendimiento económico a su promotor
Unión Europea	PCyTS como iniciativas inmobiliarias que tienen como objetivo el proporcionar ubicación a empresas involucradas en la aplicación industrial de tecnologías
IASP (2013)	PCyTS son iniciativas que tiene lazos formales y operativos con una o más universidades, centros de investigación u otras instituciones de educación superior.
APTE (2012)	PCTS son un proyecto, generalmente asociado a un espacio físico que mantiene relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior.

FUENTE: Elaboración propia.

Innovación territorial y políticas públicas

Será a partir de los años noventa, fundamentalmente, cuando se entienda que la innovación debe surgir de un proceso de retroalimentación –entre el ciclo productivo y las fases previas y posteriores al mismo, y los elementos del entorno–. Se trata de un enfoque rechaza totalmente el carácter lineal del proceso de innovación y se centra en un modelo interactivo entre las instituciones y los agentes que crean y difunden el conocimiento, o aquellos que son encargados de diseñar, fabricar, distribuir y comercializar el producto obtenido gracias a lo anterior. El tipo de política que se aplicará desde ahora estará basada en la demanda y en el apoyo a proyectos e instituciones I+D, científicos y tecnológicos –empresas, industrias, universidades, etc.– que pongan en contacto a los elementos anteriores, o se encarguen de llevar a cabo el proceso y ejecutar las distintas fases. Así, las actuaciones se han centrado en aproximar la actividad investigadora a la demanda empresarial de tal forma que se ha desarrollado una serie de estrategias destinadas a que la investigación se oriente a la innovación, con políticas tanto de promoción y protección como de reducción y simplificación de los trámites; a llevar a cabo una prospección de las nuevas necesidades de mercado, con un fomento de los estudios sobre el mismo y de los flujos de información entre clientes y empresas; a financiar todas estas labores con sociedades de capital de riesgo, fondos de garantía, préstamos y subvenciones; y a la difusión de innovación a través de un fomento de la comunicación interempresarial y entre empresas e instituciones, y de un desarrollo de la oferta de servicios avanzados.

Por supuesto, no sólo el aparato estatal tendrá que intervenir y esforzarse en el éxito de este proceso sino también las cada vez más importantes administraciones locales y regionales, ya que la proximidad de las mismas a los agentes empresariales, favorecen el diseño de actuaciones precisas. En este contexto serán sobre todo las empresas de pequeño y mediano tamaño las que se beneficien de tal intervención. En los últimos tiempos, este proceso se ha acompañado de la creación de infraestructuras propias para el desarrollo de estas políticas. Estamos hablando fundamentalmente de los Parques Científicos

CUADRO 3 PRINCIPALES ELEMENTOS EN LOS PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS EN PORCENTAJE

Incubadoras	91,60
Institutos de Investigación	80,70
Centros Universitarios	42,90
Zonas residenciales	21,80
Zonas de ocio	59,70
Servicios sociales	42,90
Otras	25,20

FUENTE: IASP 2012 y elaboración propia.

y Tecnológicos, los centros de formación especializada, los centros tecnológicos y las entidades de transferencia de tecnología.

LOS PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

Dentro del enfoque de los tipos de Nuevos Espacios Industriales encontramos, junto a otros tres, los Parques Científicos y Tecnológicos (PCyTS). La Asociación Internacional de Parques Científicos y Tecnológicos (International Association of Science Parks - IASP) (5) los define como espacios e instalaciones de gran calidad donde se estimula y gestiona el flujo de conocimiento y la tecnología entre universidades e instituciones de investigación, empresas y mercados (ver cuadro 2). Según Maillat (1995a, 1995b), impulsan la creación y el crecimiento de empresas mediante mecanismos de incubación y generación centrífuga –*spin-off* (6)– y proporcionan otros servicios de valor añadido (cuadro 3). Por tanto, por su capacidad de aprendizaje e innovación se convierten en potenciadores de la misma ya que aceleran la actividad empresarial gracias a la aglomeración e intercambio de conocimientos y por el efecto de compartir recursos de producción especializados (Phan *et al.*, 2005), siempre y cuando sean capaces de desarrollar ese proceso de interacción que hemos descrito, entre los agentes económicos y sociales, y las instituciones.

Lo que distinguiría a un Parque Científico y Tecnológico con respecto a otras iniciativas parecidas de soporte empresarial, sería su equipo de gestión cuya

misión fundamental es favorecer el intercambio de conocimiento entre las empresas del propio parque y también las del entorno próximo y el mundo científico (Romera, 2003); en definitiva, fomentar la interacción del conocimiento entre agentes (Martínez, 2009). De hecho, así lo recoge el dictamen detallado del Comité Económico y Social Europeo sobre parques tecnológicos, industriales, innovadores y científicos (CESE, 2005) (7).

La creación de los primeros parques científicos y tecnológicos tuvo lugar por el gran desarrollo experimentado por las tecnologías de la información en la segunda mitad del siglo XX. El paradigma de los parques es sin lugar a dudas el de Silicon Valley en California. Allí, y durante dos décadas en los sesenta y setenta, el avance tecnológico provocó un gran desarrollo económico –manifiesto, por ejemplo, en los más de 200.000 puestos de trabajo creados- de tal manera que todo el mundo quiso reproducir tal fenómeno (Zhang, 2005). Efectivamente, países, regiones, municipios y universidades, entre otros, aspiraron a copiar el fenómeno californiano, lo que dio lugar a la creación en todo el mundo de estos nuevos espacios que ahora tratamos.

En este punto, toca cuestionarnos qué es lo que realmente ocurrió en Silicon Valley, y para ello vamos a traer a colación aquí algunos –entre los muchos que podríamos señalar- de sus factores de creación, crecimiento e innovación más importantes (Romera, 2003). Por un lado, como sabemos, está situado en el valle de Santa Clara entre San Francisco y San José (California), lo que dota al territorio de una gran calidad ambiental. Por otro lado, cuenta con la Universidad de Stanford en Palo Alto (8), que desde el primer momento mostró un gran interés por el auge económico de su entorno, favoreciendo el desarrollo de un parque industrial –el Stanford Research Park creado en 1951– en sus terrenos y generando nuevas empresas de base tecnológica con profesionales cualificados a su servicio (9). Asimismo, proliferaron en los alrededores otros parques industriales con tecnología adaptada y también se crearon o innovaron empresas a partir de procesos de escisión de las plantillas de trabajadores. Hubo una participación institucional ya que el Ministerio de Defensa compró determinados productos que propiciaron un avance tanto en el mercado tecnológico como en las empresas en sí. Por último, se llevó a cabo una política de protección creando para ello un nuevo mercado de capitales –capital de riesgo- que favoreciera el crecimiento de las empresas innovadoras.

El éxito de Silicon Valley –no sin algunos inconvenientes (10)- hizo que su modelo fuera seguido por Sophia Antipolis (Francia) desde 1960 y también por Tsukuba Science City (Japón) ya en 1970. De allí se propagó por todo el mundo pero éstos suponen el trío más antiguo de los Parques Científicos y Tecnológicos conocidos. Ahora bien, la expansión del fenómeno –como recoge la Asociación Internacional de Parques Tecnológicos (IASP)- si bien produjo el desarrollo de la idea con las nuevas aportaciones que la experien-

**CUADRO 4
LOCALIZACIÓN DE LOS PARQUES CIENTÍFICOS
Y TECNOLÓGICOS-CIUDADES
EN PORCENTAJE**

Ciudades grandes (1.000.000)	35,30
Ciudades medias (500.000-1.000.000)	13,40
Ciudades pequeñas	45,40
No están en ciudades	5,90

FUENTE: IASP 2012 y elaboración propia.

**CUADRO 5
LOCALIZACIÓN DE PARQUES CIENTÍFICOS Y
TECNOLÓGICOS-UNIVERSIDAD
EN PORCENTAJE**

En campus universitarios	30,30
Fuera del campus pero en ámbito propiedad universitaria	4,20
Otros	65,50

FUENTE: IASP 2012 y elaboración propia.

cia de cada territorio podía otorgar, también provocó el surgimiento de diversas denominaciones y definiciones para la misma. Así, se habló de Parques de Investigación (11), de Incubadoras de base Tecnológica (12), de Tecnópolis (13), y de Tecnopolis (14). Todas ellas son reducibles a dos en función de su tamaño. Una, las Incubadoras de base tecnológica –Centros de Empresas de Innovación- y el resto, que sí podemos llamar Parques Científicos y Tecnológicos (Ondaegui, 2001; Romera 2003).

Características

En primer lugar, la presencia del término «parque» indica que estos espacios cuentan con cierta asociación con zonas verdes y espacios libres; cualificación arquitectónica y una edificación exenta y de baja densidad. Se caracterizan también por contar con infraestructuras de comunicación –contacto directo con aeropuertos, autopistas, etc.- y de telecomunicación, que les permiten el mantenimiento de redes con los distintos agentes participantes en el proceso –aquellos con los que no convive de forma directa-. En ellos conviven empresas de alta tecnología y de servicios avanzados, junto con universidades y/o otros centros de investigación y de difusión del conocimiento. Relacionado con lo anterior, suelen estar diseñados para alentar la formación de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, normalmente residentes en el propio parque. Por último, poseen un organismo estable de gestión que impulsa por sí mismo la transferencia tecnológica y fomenta la innovación entre empresas y organizaciones usuarias del Parque.

En lo que respecta a su localización, destaca sobre todo su vinculación física, económica y social a núcleos urbanos (cuadro 4) y muy especialmente, en numerosas ocasiones a campus universitarios (cuadro 5),

variando su tamaño en función del territorio del que disponen para su desarrollo (cuadro 6).

Objetivos ▾

Se consideran como una de las principales herramientas de las políticas de fomento de la innovación tanto a nivel regional como estatal. Aunque cada PCYT dispone de sus propios objetivos y estrategias, se puede argumentar que la mayoría de ellos optan por diversificar la estructura productiva a partir de la creación de nuevas empresas asociadas a los sectores de mayor auge en ese momento; promover la integración entre la infraestructura científica y tecnológica con el tejido empresarial; dinamizar y aumentar la competitividad de los sectores tradicionales del lugar a través de la incorporación de nuevas tecnologías; difundir actitudes y comportamientos innovadores del territorio; y favorecer la independencia tecnológica del mismo mediante la generación interna de nuevos avances y aplicaciones tecnológicas.

Parques Científicos y Tecnológicos y su repercusión a nivel mundial ▾

Quisiéramos incidir en la importancia que estos nuevos espacios han adquirido a nivel mundial, lo que por otro lado nos ayudará a corroborar la idea de que un instrumento de desarrollo local o regional no está en absoluto reñido con el mercado globalizado y en el que se integra. Hoy en día, hay más de cuatrocientos parques de este tipo en todo el mundo y su número sigue creciendo. En cabeza se sitúa EE.UU., con más de ciento cincuenta parques. Además del citado caso de Silicon Valley, muchos otros territorios de este país contribuyeron al desarrollo del fenómeno. Destaca sobremanera la zona de Boston, en el estado de Massachusetts, cuyo auge sin duda estuvo muy ligado a la Universidad de Harvard. El potencial tecnológico y empresarial también estuvo muy presente en la autopista de circunvalación 128 ya que a lo largo de la misma se instalaron parques para empresas necesitadas de un entorno innovador. Más territorios que merecen cabida en nuestro discurso, el Parque Triangular de Investigación de Carolina del Norte, que supo coordinar una industria tradicional con un mundo académico emprendedor (McQueen y Haxton, 1998). A ellos les siguieron toda una serie de territorios que im plantaron el modelo con sumo éxito –Chicago, Baltimore, Minneapolis, etcétera–. EE.UU es seguido por Japón, que comenzó su experiencia en los años sesenta con una de las mayores concentraciones científicas del mundo en Tsukuba. Sin embargo, aún faltaba completarla y coordinarla con el mundo industrial. A ello se llegó con la creación de las primeras tecnópolis por parte del Ministerio de Industria y Comercio Internacional, que contribuyeron además a descongestionar las concentraciones urbanas situadas en el cinturón Tokio-Osaka-Nagoya. China, que se sumó al fenómeno relativamente tarde, ya está situada en tercer lugar y ronda también el centenar.

**CUADRO 6
TAMAÑO DE LOS PARQUES CIENTÍFICOS
Y TECNOLÓGICOS
EN PORCENTAJE**

200.000 m ²	45,40
200.000 a 600.000 m ²	21,80
600.000 a 1.000.000 m ²	7,60
> 1.000.000 m ²	25,20

FUENTE: IASP 2012 y elaboración propia.

Por su parte, la Unión Europea dentro de este mundo, también presenta sus rasgos propios. Se caracteriza fundamentalmente por la transferencia de experiencias de un país a otro, por sus economías locales, por la especificidad de sus culturas y de sus estructuras (Méndez, 2010). El peso de estas estructuras heredadas –económicas, sociales, culturales, etc.– así como la variada dotación de recursos –físicos, humanos, de capital y conocimiento– con que cuentan las regiones y ciudades, influyen sobre su desigual capacidad para enfrentar el nuevo marco competitivo resultante del conjunto de los procesos de globalización que afectan actualmente a la Unión Europea. Esto provoca que no se pueda llevar a cabo una política directa en este aspecto sino más bien una cooperación y colaboración en un marco común de comprensión. Aún así, la Unión Europea tiene perfectamente definidas sus actuaciones en este ámbito (15); además de la puesta en marcha de proyectos y objetivos destinados a ayudar a ese resurgir regional tan importante para las estrategias de innovación (16), elabora una serie de propuestas destinadas al desarrollo específico de los Parques Científicos y Tecnológicos: dota de ayudas para la creación de los mismos (17), favorece la definición de proyectos (18); y crea redes para que los parques se integren en el tejido regional al que pertenecen (19).

CONCLUSIÓN ▾

Hemos tratado de realizar una aproximación teórica al concepto general de Parque Científico y Tecnológico tratando algunos de los conceptos que implica su estudio, los cuales, independientemente del debate generado por algunos de sus elementos, nos indican que una combinación de factores diferentes es necesaria para que la actividad innovadora tenga éxito. Normalmente es necesaria una base científica pero también son decisivos para la explotación práctica del desarrollo de la innovación en estas infraestructuras, la contribución de varios agentes. La acumulación tecnológica, el ambiente cultural en el que tienen lugar las innovaciones, así como el papel de las instituciones directamente relacionadas con la producción de las actividades tecnológicas, el aprendizaje y las interrelaciones –universidades, empresas e industrias, entre otros– factores fundamentales directamente relacionados con las características de los Parques y que éstos tienen que tener en cuenta para cumplir sus objetivos.

A nivel mundial, se trata de unas infraestructuras cuya contribución al desarrollo sostenible del territorio

en el cual se insertan ha sido probada, pues se trata de aglomeraciones que no han hecho sino crecer en la última década en todo el mundo precisamente porque sus beneficios, como hemos visto, no son sólo económicos sino también sociales, culturales y políticos pues, al estar todos interrelacionados, si buena es su gestión, los resultados son disfrutados por todos.

Por último, sólo nos queda señalar que el presente estudio no debe considerarse en absoluto como un tema cerrado. Al contrario, pretendemos en futuras publicaciones abordar la cuestión a nivel nacional, haciendo también un acercamiento teórico, conceptual e interpretativo a los Parques Científicos y Tecnológicos Españoles, así como una aproximación práctica proponiendo una nueva metodología para el análisis concreto de cada caso y para una valoración general de resultados.

NOTAS

[1] Moulart y Sekia (2003) si lo consideran como un Modelo de Innovación Territorial, mientras que otros estudios lo sitúan en la misma línea que los Distritos Industriales, es decir, no como un modelo de interpretación teórica de la innovación.

[2] La industrialización difusa es un proceso de evolución continua que, a diferencia del enfoque del Distrito Industrial, teme las rupturas en las trayectorias de desarrollo.

[3] Concretamente, para el estudio de los *Sistemas Regionales de Innovación*, la fundación para la innovación tecnológica COTEC (COTEC, 2007) propone en su Libro Blanco sobre la innovación, un modelo compuesto por cinco elementos: las empresas, las organizaciones que actúan de soporte a la innovación, el sistema público I+D, las administraciones públicas y el entorno. Entre las organizaciones que actúan de soporte de la innovación se encontrarían, por ejemplo en el caso español, los centros tecnológicos, las Oficinas de Transferencia de los Resultados de Investigación (OTRI), las incubadoras tecnológicas –luego volveremos sobre este término–, las Fundaciones Universidad-Empreas, y los Parques Científicos y Tecnológicos (PCYTS).

[4] Para la transferencia de conocimientos tendrá mucha importancia los centros tecnológicos, sobre los que ya hemos hablado, que serán los encargados de ofertar a las empresas sus servicios formativos en este aspecto.

[5] Hay tantas definiciones de Parques Científicos y Tecnológicos como organismos o agentes que participan de alguna manera en ellos (Ondategui, 2001). Así tenemos las definiciones propuestas por los organismos oficiales, como la Unión Europea, la Asociación Internacional de Parques Científicos y Tecnológicos (IASP) o la Asociación de Parques Tecnológicos de España (APTE), entre otras. También tenemos las definiciones propuestas por los promotores del parque; las que nos proporcionan las perspectivas de los agentes sociales y económicos; y las del ámbito académico e investigador. Algunas de estas definiciones las recogemos en el cuadro 2 De todas ellas hemos decidido destacar en texto la propuesta por la IASP.

[6] Podemos señalar, por ejemplo, spin-off industriales, que se referirían al proceso de creación de empresas a partir de firmas ya existentes; o spin-off universitarios, es decir, proceso de creación de empresas desde el ámbito académico, siempre y cuando éste esté en contacto directo con las necesidades del mercado y los intereses de la industria (Romera, 2003)

[7] En 2009, el CESE elaboró un dictamen adicional sobre los parques tecnológicos, industriales y científicos europeos en

periodo de crisis. En él se reconoció la importancia de los mismos para apoyar en desarrollo científico y la modernización. Además, señala que en este contexto económico de incertidumbre en el cual nos hallamos, se debe aplicar una estrategia global que permita aprovechar las ventajas que pueden ofrecer los parques de investigación en materia de crecimiento económico y competitividad (CESE, 2011). Vemos, por tanto, que nuestro tema de estudios no es sólo una cuestión de plena actualidad sino, más aún, un medio que se presenta como un instrumento por el que apostar en tiempos de crisis.

[8] La creación de la Universidad se debe a uno de los fundadores del ferrocarril Southern Pacific, Leland Standford, quien la construyó a finales del siglo XIX en memoria de su hijo fallecido estableciendo como uno de sus principales objetivos, la orientación de la misma hacia la investigación básica. Precisamente por eso, en 1946 creó el Instituto de Investigación de Stanford para favorecer la transferencia de tecnología de la investigación hacia el desarrollo económica.

[9] En 1955 había siete empresas; en 1970 había setenta; noventa en los años ochenta; y más de ciento cincuenta a mediados de los noventa.

[10] Sí es cierto que el empleo creció de forma espectacular pero las políticas restrictivas del uso del suelo y las prácticas de planeamiento excluyentes impuestas por los gobiernos locales, aceleró la inflación en los precios de la vivienda de tal forma que sólo los trabajadores altamente cualificados –y remunerados por tanto– podían acceder a ella. Al resto sólo le quedaba el establecerse muy lejos de su lugar de trabajo, produciéndose así numerosos problemas de transporte, congestión y contaminación.

[11] Hoy los entenderíamos como aquellos que se sitúan normalmente en el entorno de una universidad o institución académica o de investigación. Las actividades que desarrollan están orientadas a la búsqueda e investigación en lugar de desarrollo; por eso se centran en labores y actividades de vanguardia científica, siempre con ayuda de la tecnología (Ondategui, 2001)

[12] Instrumento para facilitar la creación de empresas de base científica o tecnológica. Dispone de un edificio donde se ubican las empresas que son ayudadas por un equipo de profesionales a aprender diversos aspectos –técnicas de gestión, financiación, etc.– por un periodo no superior a tres años. El ámbito universitario está muy presente aquí ya que es su manera de integrarse en el mundo empresarial.

[13] Son un nuevo modelo de ciudad basado en la voluntad de crear una manera diferente de trabajar y vivir causada por una planificación nueva que a su vez vendrá impulsada por las nuevas tecnologías. Se compone de un complejo industrial, agentes universitarios e institucionales impulsores del I+D, y una zona de viviendas para alojar a las personas implicadas en el proceso. Fundamental para su desarrollo es la proximidad a las diferentes vías de comunicación. Toda tecnópolis se construye alrededor de un tecnopolis (Castells y Hall 2001).

[14] Son zonas que ofrecen ventajas –ponen en contacto con el ámbito universitario, las dotan de servicios y de una localización privilegiada, les dan incentivos, etc.– a las empresas de tecnología innovadora.

[15] Para que estas iniciativas tengan éxito ha hecho falta que la anterior hegemonía del Estado nacional como escenario privilegiado de acumulación capitalista ceda una parte de sus competencias tanto a las instituciones comunitarias, como a los gobiernos subnacionales –más próximos a las empresas integradas en el proceso del que hablamos–. No se trata de una desaparición del concepto de Estado sino una reinención del mismo de tal forma que ahora queda integrado dentro de una gobernanza multiescalar o multinivel: desde las regiones y ciudades en alza –como estamos viendo a lo largo del escrito, hasta instituciones supranacionales –como aquellas propias de la Unión Europea– pasando, por supuesto, por las políticas, gobiernos e instituciones nacionales, escalón fundamental para la aplicación de políticas de innovación y desarrollo (Brenner, 1999)

- [16] De entre los muchos documentos con tal fin elaborados por la Unión Europea – como el *Informe sobre la Cohesión Económica y Social*; los *Principios para una Política de Ordenación del Territorio Europeo* (ambos regidos en la ETE aprobada en Postdam en mayo de 2009) o la Declaración de Lisboa sobre las *Redes para el desarrollo territorial sostenible del continente europeo. Puentes a través de Europa* (aprobado por la CEMAT en octubre de 2006, entre otros destaca sin duda la Agenda Territorial de la Unión Europea acordada en Leipzig en mayo de 2007 cuyos objetivos fundamentales eran: reforzar el desarrollo policéntrico y la innovación a través de redes de regiones urbanas y ciudades; fomentar nuevas formas de asociación y gobernanza territorial en áreas rurales y urbanas; promover agrupaciones regionales para la competencia e innovación; fortalecer y extender las redes transeuropeas; y promover la gestión transeuropea de riesgos al tiempo que se fortalecen las estructuras ecológicas y los recursos culturales como valor añadido para el desarrollo (Méndez, 2010).
- [17] Muy importante para este punto es la iniciativa comunitaria sobre la capacidad regional de investigación tecnológica e innovación 1990-1993, conocida como STRIDE (Regional Capacities for Research, Technology and Innovation). Económicamente, depende de los Fondos Estructurales.
- [18] Encargados de ello son los asesores que se encuentran en otra de las iniciativas para el desarrollo estratégico de la innovación 1989-1994, el SPRINT (Strategic Programme for Innovation and Technology Transfer)
- [19] Es el cometido principal del SPRINT.

BIBLIOGRAFÍA ▼

- ALONSO, J.L. y MÉNDEZ, R. (coords.) (2000): *Innovación, pequeña empresa y desarrollo local en España*. Civitas. Madrid.
- ANTONELLI, C. y FERRAO, J. (coords.) (2001): *Comunicação, conhecimento colectivo e inovação. As vantagens da aglomeração geográfica*. ICS. Lisboa.
- APTE (2012): *Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España* www.apte.org
- ASHEIM, B. (1996): «Industrial districts as learning regions: A condition for prosperity?» *European Planning Studies*, nº 4.4., pp. 379-400.
- AYDALOT, Ph. (1986): *Millieux innovateurs en Europe*. GREMI. París.
- BECATTINI, G. (1979): *Mercato e forza locali: il distretto industriale*. Il Mulino. Bologna.
- BELLANDI, M. (1986): «El distrito industrial en Alfred Marshall». *Estudios Territoriales*, nº 20, pp. 31-44.
- BENKO, G. (1991): *Geographie des technopôle*. Ed. Masson. París.
- BRUSCO, S. (1982): «The Emilian model: productive decentralization and social integration». *Cambridge Journal of Economics*, nº 6.2, pp. 167-184.
- BRUSCO, S. (1994): «¿Qué política industrial para los distritos industriales?». *Economía y Sociedad*, nº 10, pp. 211-219.
- CAMAGNI, R. (1989): «Cambio tecnológico, milieu local e reti di imprese: verso una teoría dinámica dello spazio economico». *Economía e política industrial*, nº 64, pp. 209-236.
- CARAVACA, I.; GONZÁLEZ, G.; MÉNDEZ, R. y SILVA, R. (2002): *Innovación y territorio. Análisis comparado de sistemas productivos locales en Andalucía*. Consejería de Economía y Hacienda. Sevilla
- CARLSSON, B.; JACOBSSON, S.; HOLMÉN, M. y RICKNE, A. (2002). *Innovation systems: analytical and methodological issues. Research Policy*, nº 31, pp. 233-245.
- CASTELLS, M. (1995): *La ciudad informacional*. Alianza Editorial. Madrid.
- CASTELLS, M. y HALL, P. (1994). *Tecnópolis del Mundo. La Formación de los Complejos Industriales del Siglo XXI*. Alianza Editorial, Madrid.
- CESE (2005): *Parques tecnológicos y transformación industrial. Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre «El papel de los parques tecnológicos en la transformación industrial de los nuevos Estados miembros»*. Bruselas.

- CESE (2011): *Los parques tecnológicos, industriales y científicos europeos en período de gestión de crisis, preparación para después de la crisis y estrategia posterior a Lisboa (Dictamen adicional)*. Bruselas.
- CHESNAIS, F. (1994): *La mondialisation du capital*. Syros. París.
- COOKE, P y MORGAN, K. (1994): *The Creative Milieu: A Regional Perspective on Innovation*. The Handbook of Industrial Innovation. Ed. Edward Elgar.
- COTEC (2007): *Las relaciones en el sistema español de innovación. Libro Blanco*. Ediciones COTEC. Madrid.
- CREVOISIER, O. (2001): «L'approche par les milieux innovateurs: état des lieux et perspectives». *Revue d'Economie Régionales et Urbaine*, nº 1, pp. 135-166.
- EHRENBERG, E. y JACOBSSON, S. (1997): «Technological discontinuities and incumbents performance: an analytical framework». *En Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Frances Pinter. Londres y Washington.
- ENRIGHT, M. J. (1994): «Regional clusters and firm strategy». *En Prince Bertil Symposium. The Dynamic Firm*. Stockholm
- EU (2012): *European Union website*. www.europa.eu
- FLORIDA, R. (1995): «Towards the learning regions». *Futures*, nº 27.5, pp. 527-536.
- GAROFOLI, G. (1986): «Modelos locales de desarrollo». *Estudios Territoriales* nº 22, pp. 157-168.
- GAROFOLI, G. (1994): «Los sistemas de pequeñas empresas: un caso paradigmático de desarrollo endógeno». *En Las regiones que ganan*. Ediciones Alfonso el Magnánimo. Valencia, pp. 59-80.
- GONZÁLEZ ROMERO, G. (2006): *Innovación, redes y territorio en Andalucía*. Universidad de Sevilla, Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transportes. Sevilla.
- IASP (2012): *International Association of Science Parks and Areas of Innovation*. www.iasp.ws
- LUNDVALL, B. A. (1988): *National system of innovation*. Pinter. Londres.
- MAILLAT, D. (1995a): «Les milieux innovateurs». *Sciences Humaines*, nº 8, pp. 41-42.
- MAILLAT, D. (1995b): «Millieux innovateurs et dynamique territoriale». *En Economie Industrielle et économie spatiales*. Económica. París, pp. 211-231.
- MÉNDEZ, R. (2002): «Innovación y desarrollo territorial: algunos debates teóricos recientes». *Revista EURE*, XXVIII, nº 84, pp. 63-83.
- MÉNDEZ, R. (ed.) (2010): *Estrategias de innovación industrial y desarrollo económico en las ciudades intermedias de España*. Atlántida Grupo Editor. Madrid.
- MÉNDEZ, R. y CARAVACA, I. (1996): *Organización industrial y territorio*. Síntesis. Madrid.
- MOULAERT, F. y SEKIA, F. (2003): «Territorial Innovation Models: A Critical Survey». *Regional Studies*, nº 37.3, pp. 298-302.
- NELSON, R. (1993): *National innovation system*. Oxford University Press. Oxford.
- ONDATEGUI, J. C. (2001): *Los Parques Científicos y Tecnológicos en España: retos y oportunidades*. Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid. Madrid.
- PATEL, P y PAVITT, K. (1994): «National Innovation Systems: why they are important and how they might be measured and compared». *Economics of innovation and new technology*, nº 3.1, pp. 7-95.
- PHAN, P., SIEGEL, D. S.; WRIGH, M. (2005): «Science parks and incubators: observations, synthesis and future research». *Journal of Business Venturing*, nº 20.2, pp. 165-182.
- PORTER, M.J. (1991): *La ventaja competitiva de las naciones*. Vergara. Buenos Aires.
- ROMERA LUBIAS, F. (2003): «Los sistemas virtuosos de innovación». *Revista Apitetechno*, nº 4, pp. 14-34.
- SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, J.L. (2008): «¿Debemos desechar los modelos territoriales de innovación? Una respuesta desde la Geografía Económica española». *Eria. Revista Cuatrimestral de Geografía*, nº 76, pp. 267-278.
- SAXENIAN, A. (1994): *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London.
- STORPER, M. (1997): *The regional world: territorial development in a global economy*. The Guilford Press. Nueva York.
- VAZQUEZ BARQUERO, A. (1993): *Política económica local*. Ed. Pirámide. Madrid.
- VAZQUEZ BARQUERO, A. (1999): *Desarrollo, redes e innovación: lecciones sobre desarrollo endógeno*. Pirámide. Madrid.

El Trazador de Clima Económico: una herramienta para representación y análisis del comportamiento cíclico de la economía usando datos de las encuestas de confianza. Aplicación España durante la última crisis financiera.

EL TRAZADOR DE CLIMA ECONÓMICO

El creciente interés por realizar un seguimiento continuado de la actividad económica y por establecer previsiones acertadas sobre su probable evolución así como la necesidad de un mejor conocimiento de las variables que la determinan, ha promovido el desarrollo de una serie de operaciones estadísticas y técnicas a ellas asociadas que faciliten tales objetivos.

Las encuestas de opinión entran dentro de esta categoría. También denominadas encuestas coyunturales, son de tipo cualitativo (1) y su fundamento metodológico es la integración estadística de las opiniones que tienen los diversos actores de la realidad económica de la situación de su negocio y/o hogar y que reflejan en sus respuestas. Se pretende así complementar la evolución seguida por variables económicas cuantitativas concretas con información adicional de carácter subjetivo.

Por otra parte, y fundamento del presente artículo, las estadísticas cuantitativas tradicionales permiten hacer predicciones razonables cuando la economía presenta una tendencia estable, pero plantean algunos problemas al intentar predecir cambios o puntos de inflexión. En este sentido, las encuestas cualitativas a empresas y consumidores son, en estos períodos, un complemento muy importante de las estadísticas cuantitativas por su versatilidad, y porque la relativa facilidad en su realización permite la obtención rápida del *output* permitiendo una detección anticipada de estos fenómenos.

En lo referente a metodología cabe mencionar que las unidades informantes pertenecen a una muestra representativa, bien de empresas, o bien de consumidores. Las preguntas se refieren a asuntos que les resultan muy próximos a los entrevistados por lo que la información recabada es, en general, de elevada calidad. El procedimiento inicialmente seguido fue el de consultar por escrito. Hoy también se encuesta por teléfono e internet ya que este procedimiento es más rápido y,

además, presenta unos costes administrativos menores, lo que redundará en la eficacia y calidad de las operaciones. En la actualidad el 50% aproximadamente de todas las repuestas se obtienen por vía telemática. Adicionalmente, este tipo de encuestas son utilizadas para investigar variables susceptibles de investigación pero sobre las que estadística tradicional no recaba ningún tipo de información. Asimismo, son utilizadas para sondear planes y expectativas futuras de los empresarios y consumidores.

Los resultados obtenidos por estas encuestas se plasman en indicadores sintéticos, de los cuales, los principales son del tipo «Índice de sentimiento, confianza o clima» aunque ofrecen todo un conjunto de indicadores que permiten un seguimiento global y sectorial de las variables investigadas y de sus expectativas. Cabe resaltar, una vez más, el valor predictivo que pueden proporcionar algunas variables/preguntas, sobre todo las de expectativas (proyectivas).

Por último, consciente de la relevancia de la información coyuntural procedente de las encuestas de opinión, la Comisión Europea a través de la Dirección General de Asuntos Económicos y Financieros DGEFIN, ha impulsado la homogeneización y coordinación de las Encuestas de Coyuntura Industrial en los países de la Comunidad a través del Programa Armonizado de Encuestas Coyunturales de la UE (Joint Harmonised Program of Business and Consumers Surveys, BCS en sus siglas). Por ello, las metodologías empleadas actualmente por los países comunitarios son idénticas o muy similares.

El fin último del Programa armonizado común de la UE se encuentra la elaboración del denominado indicador compuesto denominado indicador de sentimiento económico (ISE) agregado a nivel UE. El ISE tiene una frecuencia mensual. Asimismo, el *output* mensual del Programa ofrece resultados desagregados a nivel de país y sector objetivo de cada encuesta. Así, cada una de estas encuestas listadas en el cuadro 1 ofrece

CUADRO 1
PONDERACIONES SECTORIALES PARA CÁLCULO ISE. FUENTE COMISIÓN EUROPEA

Encuesta/Índice de clima industrial	40%
Encuesta/Indicador de confianza en los servicios	30%
Encuesta/Indicador de confianza de los consumidores	20%
Encuesta/Indicador de confianza en la construcción	5%
Encuesta/Indicador de confianza del comercio al por menor	5%

FUENTE: Comisión Europea.

CUADRO 2
ENCUESTAS REALIZADAS POR LA S.G.E.A.PA DEL MINETUR

NºPlan	NºIOE	Nombre de la operación estadística
6165	8033	Encuesta de Coyuntura Industrial en el Sector de la Construcción (mensual)
6142	8032	Encuesta de Coyuntura Industrial (mensual)
6133	8031	Encuesta de Inversiones Industriales (*) (semestral)

(*) La encuesta de inversiones industriales tiene frecuencia semestral y, aunque está encuadrada en el Programa Armonizado de BCS, no está integrada en la investigación del sentimiento económico, sino que se configura como operación estadística independiente que ofrece información complementaria.

FUENTE: S.G.E.A.PA.

a su vez un indicador compuesto que indica el «clima» o «confianza» correspondiente. El indicador de sentimiento económico ISE se calcula como media ponderada de los indicadores de clima sectoriales anteriormente citados, con las ponderaciones mostradas en el cuadro 1.

La S.G. de Estudios, Análisis y Planes de Actuación (S.G.E.A.PA) del MINETUR actúa como instituto colaborador del Programa Armonizado realizando las operaciones estadísticas que se reflejan en el cuadro 2, incluyendo su codificación de acuerdo con el vigente PEN 2013-2016 del que forman parte. Ser instituto colaborador implica la realización de dichas encuestas en el estado miembro correspondiente según los cuestionarios y metodologías armonizadas, y el envío a la DGEFIN de los resultados obtenidos en cada una de ellas, para posterior agregación.

ANÁLISIS Y REPRESENTACIÓN

Partiremos de los resultados publicados por la Comisión Europea en su página web para España. Utilizaremos de toda la serie histórica de resultados de las cinco encuestas incluidas dentro del Programa armonizado de la UE. A efectos de representación de resultados y posterior análisis de estos, objetivo de este artículo, consideraremos el período enero 2008 a diciembre de 2014, período por tanto coincidente con la duración crisis financiera.

La representación gráfica clásica de una serie temporal se realiza mediante el uso de los ejes cartesianos. En el eje de abscisas se representa el tiempo (t) y en el eje de ordenadas se representan los valores de la magnitud observada (Yt) con lo que se obtienen una serie de puntos (t, Yt) que al unirlos nos permiten obtener unas primeras conclusiones de la evolución histórica de la serie.

Indicador Trazador

Un indicador tipo trazador es en una herramienta analítica para visualizar intuitivamente la posición cíclica de un determinado indicador económico o sectorial, así como la dirección de su movimiento en el corto plazo. Dicha herramienta consiste en un diagrama en el que el nivel (normalizado) (2) de uno o

varios indicadores cíclicos se representan sobre el eje vertical, mientras que en el eje horizontal figuran los cambios del mismo entre periodos consecutivos.

El hecho de representar los niveles de la serie sobre el eje vertical, de manera análoga a la representación clásica de una serie temporal, es para proyectar sobre él la amplitud. Así, los valores altos de una serie pueden ser identificados fácilmente en el trazador, cuanto más arriba esté el punto, más alto será el valor de la serie normalizada.

El hecho de representar las variaciones intermensuales en abscisas es para captar, también de manera bastante intuitiva, si la evolución a corto plazo del indicador es de crecimiento o decrecimiento y en qué proporción eso es así.

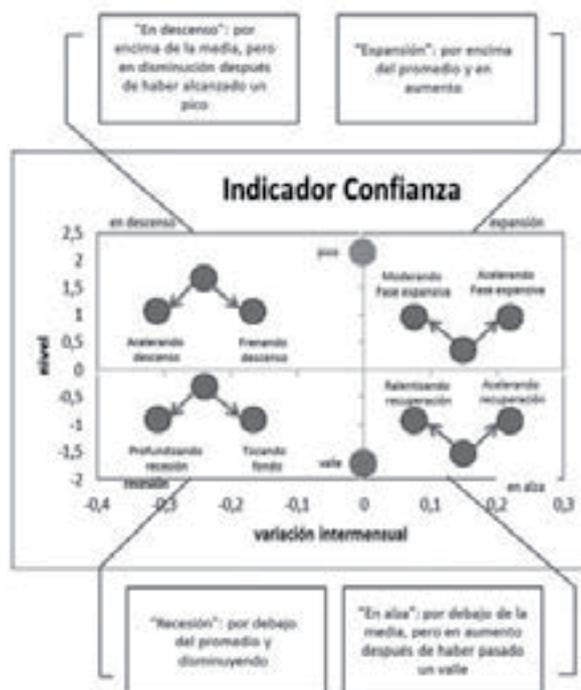
Consecuentemente, los picos de la serie se dan centrados en la parte superior del gráfico mientras que los valles aparecen centrados en la parte inferior. Así, el corte de la serie con dicho eje indica inflexión al pasarse de crecimientos intermensuales a descensos intermensuales del indicador o viceversa.

Por todo lo anteriormente mencionado, este tipo de representaciones son muy útiles e intuitivas a la hora de visualizar puntos de inflexión en series temporales. Además se capta visualmente de forma muy inmediata si un indicador está teniendo realizaciones por encima (o por debajo) de su promedio y si el desarrollo a corto plazo del mismo apunta hacia arriba (o hacia abajo) (gráfico 1, en la página siguiente).

Como ya se ha esbozado, otro importante atractivo visual del trazado de los niveles contra las primeras diferencias de una serie cíclica es que genera automáticamente un movimiento circular, en el sentido de las agujas del reloj, a través de los cuatro cuadrantes de la gráfica, correspondiéndose a las fases del ciclo económico que pasamos a enumerar:

- i) «Expansión»: por encima del promedio y en aumento (arriba a la derecha).
- ii) «En descenso»: por encima de la media, pero en disminución después de haber alcanzado un pico (arriba a la izquierda)

GRÁFICO 1
CUADRANTES Y EVOLUCIÓN DE INDICADORES EN UN TRAZADOR Y SU SIGNIFICADO



FUENTE: Elaboración propia.

iii) «Recesión»: por debajo del promedio y disminuyendo (inferior izquierda)

iv) «En alza»: por debajo de la media, pero en aumento después de haber pasado un valle (abajo a la derecha).

v) «pico» situados en la parte superior central, sobre el eje de ordenadas.

vi) «valle» situados en la parte inferior central, sobre el eje de ordenadas

Esta clasificación sigue la noción convencional de las fases del ciclo económico y ofrece un método sencillo y claro para caracterizar el desarrollo de los indicadores económicos a lo largo del ciclo.

De acuerdo a la metodología que sigue la Comisión Europea, ideóloga de esta herramienta, la construcción del mismo se lleva a cabo en dos etapas.

La primera etapa consiste en la construcción de indicadores adecuados del seguimiento del clima económico. Estos indicadores se basan en un análisis de componentes principales de las series de saldos (3), (ajustados de estacionalidad y calendario) incluidas en cada una de las Encuestas y que en su momento enumeraremos.

En la segunda etapa del procedimiento los indicadores de clima sectoriales y general se suavizan utilizando el filtro de Hodrick-Prescott con el objetivo de

eliminar las fluctuaciones a corto plazo (aquellas con un período inferior a 18 meses).

Posteriormente, las series de los indicadores de confianza suavizadas se estandarizan a una media cero y una desviación estándar de uno. El último paso consiste en representar mediante la herramienta «trazador» la serie resultante frente a sus primeras diferencias.

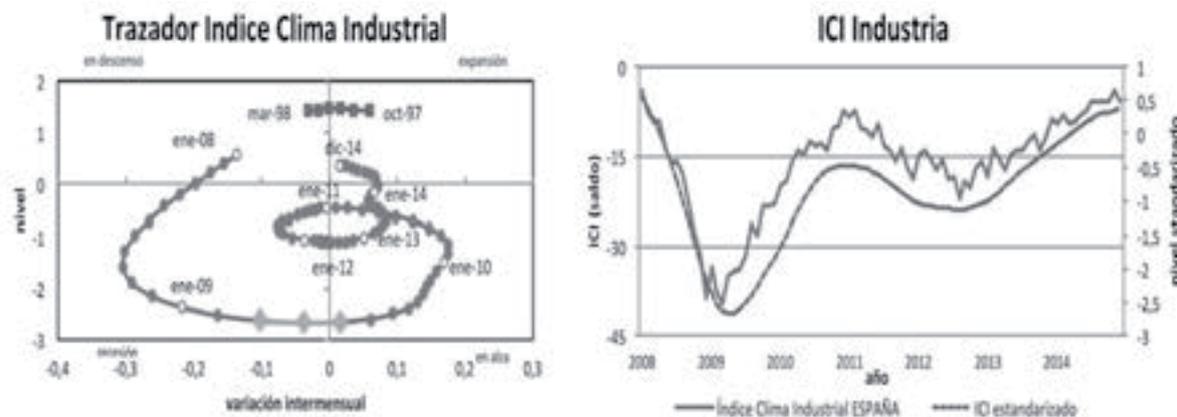
Como fin de esta primera etapa, el indicador de sentimiento económico general (ISE) se calcula como media ponderada de los indicadores de confianza de los cinco sectores anteriormente citados, obtenidos a partir de la primera componente principal. Los pesos sectoriales son los mostrados en el cuadro 1.

Industria

En el caso de la industria, para la obtención del indicador de clima (ICI) se utilizan como variables de entrada los saldos de cinco preguntas incluidas en la encuesta a la industria (se excluyen nivel de empleo y expectativas de precios de venta):

- a) Nivel producción (considerando últimos 3 meses).
- b) Nivel cartera de pedidos total actual (considerando últimos 3 meses).
- c) Nivel cartera de pedidos extranjeros actual (considerando últimos 3 meses).

GRÁFICO 2
REPRESENTACIÓN DEL INDICADOR DE CLIMA INDUSTRIAL (ICI)



FUENTE: Elaboración propia según datos de DGECFIN (BTS data).

d) Nivel de stocks de productos terminados actual (considerando últimos 3 meses);

e) Expectativas de la Producción prevista (considerando próximos 3 meses).

Tras aplicar las etapas expuestas en el punto relativo al Indicador Trazador, obtenemos el gráfico 2 que ilustra el comportamiento cíclico del indicador de clima industrial español (ICI) en ambos tipos de representación, la tradicional y mediante el trazador, considerando el período enero de 2008 - diciembre de 2014. Cabe insistir una vez más con el objetivo de clarificar conceptos que el trazador representa la serie «ICI estandarizado» de la representación tradicional contra sus primeras diferencias.

A partir de mediados de 2007, el indicador se mueve claramente hacia el cuadrante de bajada para entrar en recesión a lo largo de 2008 posicionándose el indicador de Confianza Industrial en niveles extraordinariamente bajos al comienzo de 2009, alcanzándose un mínimo absoluto de la serie histórica (marcador de rombos). Desde mediados de 2009, pareció vislumbrarse una cierta salida de la recesión, si bien esta se vio interrumpida en los primeros meses de 2011.

Desde entonces, se entró en una nueva etapa recesiva que se mantuvo hasta la segunda mitad de 2012. Desde entonces, se observa una fase de recuperación posterior a un pequeño estancamiento. Con esta trayectoria se llega a entrar en 2014 en un entorno claro de expansión de la actividad industrial con tendencia a la aceleración de la fase.

Sin embargo, en la segunda mitad de ese mismo año, sin abandonar la fase expansiva, esto es, registrando valores siempre superiores a la media, se detecta una suave desaceleración en la confianza que parece conducir a un pico relativo en los próximos meses. Este pico relativo, sin embargo, queda muy alejado del pico absoluto histórico de la serie (desde 1993) que se dio

durante el tercer trimestre de 1997 y primero de 1998 (marcadores cuadrados).

Otra opción más remota es que, al igual que sucedió a finales de 2013, la confianza empresarial en la industria comience a acelerarse otra vez alejándose tanto del eje de ordenadas como de abcisas, pero siempre dentro del cuadrante expansivo.

Servicios

En el caso de los servicios, para la construcción del indicador de confianza (ICS) se emplean como variables de entrada cinco preguntas de la encuesta correspondiente (se excluyen expectativas de precios de venta):

a) Situación del negocio (considerando últimos 3 meses).

b) Nivel de demanda actual (considerando últimos 3 meses).

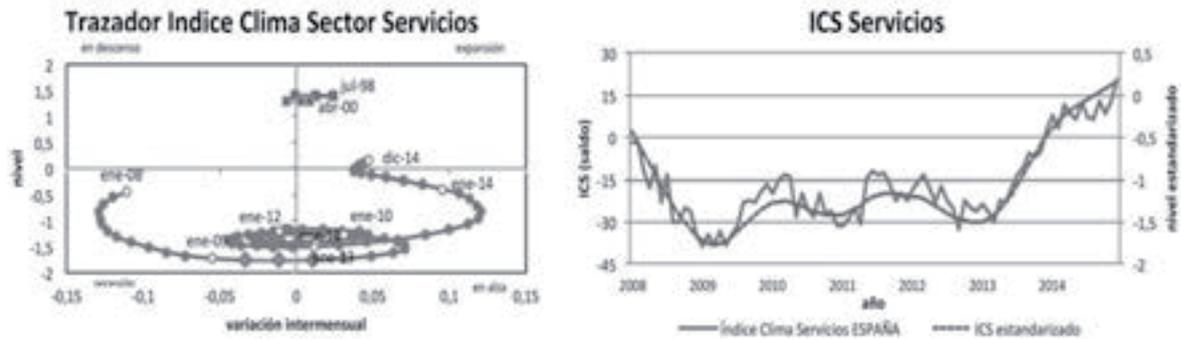
c) Expectativas de la demanda (considerando próximos 3 meses).

d) Nivel del empleo (considerando últimos 3 meses).

e) Expectativas del empleo (considerando próximos 3 meses).

Tras aplicar las etapas expuestas en el punto relativo al indicador Trazador, obtenemos el gráfico 3, en la página siguiente, que muestra el comportamiento cíclico del indicador de clima del sector servicios español (ICS) en ambos tipos de representación, la tradicional y mediante el trazador, considerando el período enero de 2008 - diciembre de 2014. Cabe insistir una vez más con el objetivo de clarificar conceptos que el trazador representa la serie «ICS estandarizado» de la representación tradicional contra sus primeras diferencias.

GRÁFICO 3
REPRESENTACIÓN DEL INDICADOR DE CLIMA DEL SECTOR SERVICIOS (ICS)



FUENTE: Elaboración propia según datos de DGEFCIN (BTS data).

Desde antes de 2008, el indicador se mueve claramente en el cuadrante de recesión, esto es, valor menor que la media y descendiendo, primero profundizando en la recesión y posteriormente tocando fondo, llegando a situarse el indicador a lo largo de 2009 en niveles muy bajos de mínimos históricos de la serie (marcadores de rombos).

Al igual que en el sector industrial, desde mediados de 2009, pareció vislumbrarse una cierta salida de la recesión, si bien esta también se vio interrumpida en los primeros meses de 2010, antes que en la industria. Lo mismo pasó en 2011, atisbo de recuperación no completada y otro pico relativo pero con valores inferiores a la media.

Durante el año 2012 prácticamente el sector estuvo en recesión de la que salió en 2013 para, tras encadenar un año de importantes incrementos intermensuales, pasar a una fase expansiva que ha durado toda la segunda mitad de 2014 y en la que nos encontramos actualmente, con valores por encima de la media y tasa de variación intermensuales crecientes.

En base a este análisis, para 2015 parece probable que continúe la tendencia observada desde finales de 2014. Por tanto, el indicador no parece apuntar a un pico relativo en el corto plazo sino a seguir creciendo. El pico histórico máximo se dio en verano de 1998 (marcadores cuadrados) y parece ser difícil de igualar.

Consumidores

En el caso de los consumidores, para la construcción del Indicador de sentimiento (ICCO) se usan como variables de entrada nueve de las preguntas mensuales de la encuesta (se excluyen las preguntas relativas a precios y sobre la actual situación financiera):

- a) Situación financiera (considerando los últimos doce meses),
- b) Expectativas de la situación financiera (considerando los próximos doce meses),

- c) Situación económica general durante los últimos doce meses,
- d) Expectativas de la situación económica general (considerando los próximos doce meses),
- e) Expectativas de paro (considerando los próximos doce meses),
- f) Compras importantes realizadas en el presente,
- g) Compras importantes previstas (considerando los próximos doce meses),
- h) Situación presente de los ahorros,
- i) Expectativas de ahorro (considerando los próximos doce meses).

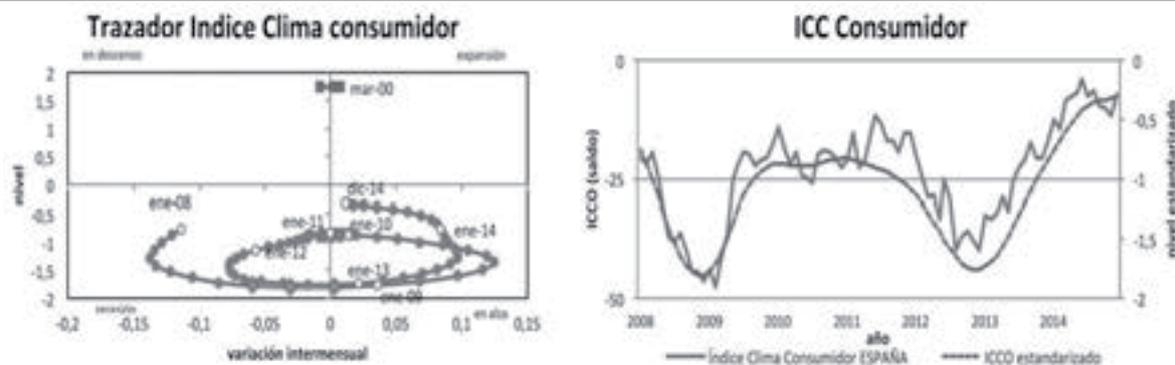
Tras aplicar las etapas expuestas en el punto relativo al Indicador Trazador obtenemos el gráfico 4, en la página siguiente, que muestra el comportamiento cíclico del indicador de clima del consumidor español (ICCO) en ambos tipos de representación, la tradicional y mediante el trazador, considerando el periodo enero de 2008 - diciembre de 2014. Cabe insistir una vez más con el objetivo de clarificar conceptos que el trazador representa la serie «ICCO estandarizado» de la representación tradicional contra sus primeras diferencias.

El indicador comienza en 2008 ya en el cuadrante de recesión. Esta se intensifica durante 2008 llegando a mínimos históricos de la serie (marcadores cuadrados) a finales de dicho año, incluso antes que la industria o los servicios. En 2009 se produce un amago de recuperación que finalmente no termina por fructificar, dando lugar a un estancamiento alrededor de un pico relativo que duraría todo 2010.

En 2011 comienza una nueva fase recesiva que se prolonga hasta comienzos de 2013. A partir de ese momento y hasta diciembre de 2014 tiene lugar una recuperación que, según las últimas observaciones, comienza a desacelerarse.

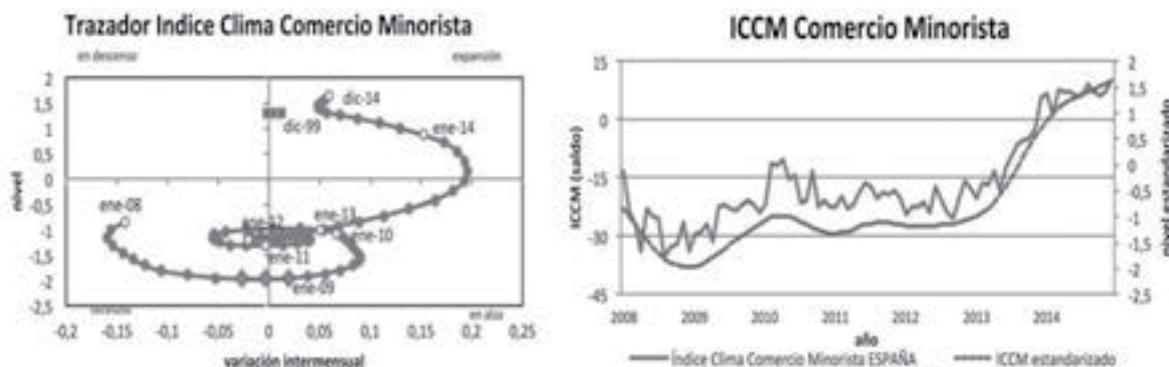
De seguir por esa senda, para 2015 cabe esperar un nuevo pico relativo de confianza pero conseguido con valores inferiores a la media. Acercarse al máximo histórico de la serie, ocurrido en primavera de 2000 (mar-

GRÁFICO 4
REPRESENTACIÓN DEL INDICADOR DE CLIMA DE LOS CONSUMIDORES (ICCO)



FUENTE: Elaboración propia según datos de DGEFCIN (BTS data).

GRÁFICO 5
REPRESENTACIÓN DEL INDICADOR DE CLIMA EN EL COMERCIO MINORISTA (ICCM)



FUENTE: Elaboración propia según datos de DGEFCIN (BTS data).

cadoreads cuadrados), parece imposible de lograr por el momento.

Comercio minorista

En el caso del comercio minorista, para conseguir el indicador de clima sectorial se utilizan como variables de entrada las cinco preguntas mensuales de la encuesta:

- Evolución de las ventas durante los últimos tres meses,
- Volúmenes de inventario actuales,
- Expectativas de pedidos para los tres próximos meses,
- Expectativas de actividad del negocio para los próximos tres meses,
- Expectativas de empleo para los próximos tres meses.

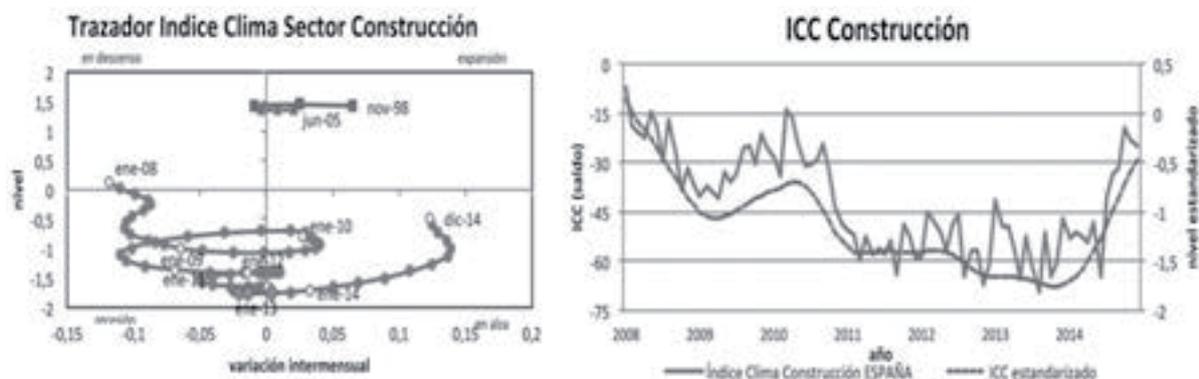
Tras aplicar las etapas expuestas en el punto relativo al Indicador Trazador, obtenemos el gráfico 5 que mues-

tra el comportamiento cíclico del indicador de clima del sector de comercio minorista español (ICCM) en ambos tipos de representación, la tradicional y mediante el trazador, considerando el periodo enero de 2008 - diciembre de 2014. Cabe insistir una vez más con el objetivo de clarificar conceptos que el trazador representa la serie «CCM estandarizado» de la representación tradicional contra sus primeras diferencias.

En su caso, El ICCM comienza el período en recesión y registra los valores más bajos de la serie histórica a final de ese año, de forma similar al ICCO. A partir de ahí comienza una leve recuperación que se ve truncada a mediados de 2010 conduciendo a una etapa de crecimiento cuasi-nulo hasta que en 2013 empieza una rápida recuperación que se convierte en fase expansiva antes de la entrada de 2014. Ya en fase expansiva, los crecimientos interanuales comienzan a frenarse hasta que en la segunda mitad del 2014 vuelven a acelerarse nuevamente.

Es el único indicador de los cinco que ha superado su pico absoluto de finales de 1999. Sin embargo, no se prevé alcanzar un pico relativo en 2015 sino que

GRÁFICO 6
REPRESENTACIÓN DEL INDICADOR DE CLIMA EN SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN (ICC)



FUENTE: Elaboración propia según datos de DGE/CFIN (BTS data).

es previsible que el indicador continúe en fase expansiva y de aceleración del crecimiento durante la primera mitad de 2015.

Construcción

Por último, para el caso del sector de la construcción, para la obtención de su indicador de clima, como variables de entrada se utilizan cuatro preguntas mensuales de la encuesta correspondiente:

- Nivel de la cartera de pedidos,
- Nivel producción constructora,
- Expectativas de empleo a tres meses,
- Expectativas de los precios de venta.

Tras aplicar las etapas expuestas en el punto relativo al Indicador Trazador, obtenemos el gráfico 6 que muestra el comportamiento cíclico del indicador de clima del sector de la construcción español (ICC) en ambos tipos de representación, la tradicional y mediante el trazador, considerando el periodo enero de 2008 - diciembre de 2014. Cabe insistir una vez más con el objetivo de clarificar conceptos que el trazador representa la serie «ICCM estandarizado» de la representación tradicional contra sus primeras diferencias.

El indicador entra en fase recesiva en 2008 y en ella se mantiene hasta que en 2010 se registra un pico relativo. A partir de la segunda mitad de ese año, el indicador vuelve al cuadrante de recesión, profundizando en ella y alcanzando el mínimo histórico de la serie a finales de 2013. Con el comienzo de 2014 se produce un avance sostenido del sector que parece ir frenándose a pesar de estar su nivel con valores claramente inferiores a la media.

Para 2015 se atisba una continuación de la recuperación iniciada en 2014 aunque parece difícil conseguir que el nivel normalizado del indicador alcance su media histórica.

Sentimiento Económico

Como fin de la primera etapa, y como se ha mencionado en el apartado Indicador Trazador de este artículo, el indicador de sentimiento económico general (ISE) se calcula como media ponderada de los indicadores de confianza de los cinco sectores previamente analizados (gráfico 7, en la página siguiente). Los pesos sectoriales son para su cálculo los mostrados en el cuadro 1.

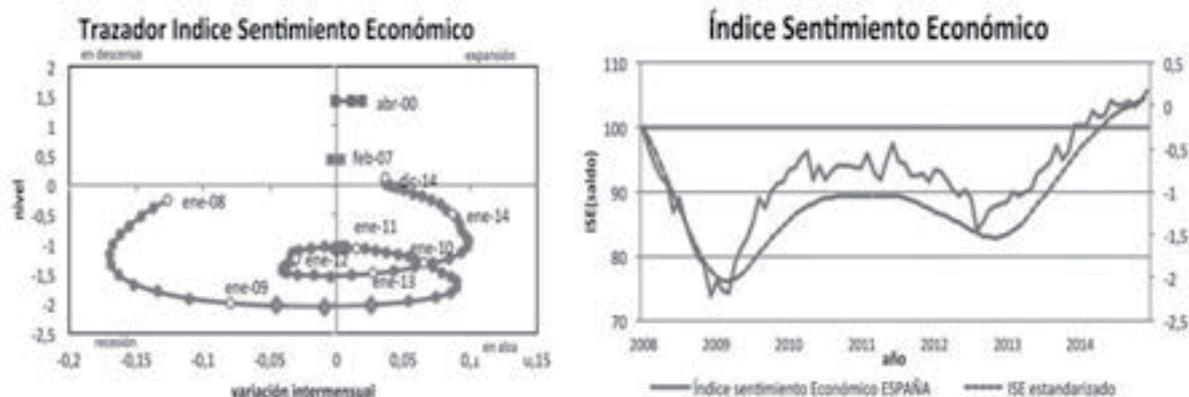
Tras representarlo, podemos observar que el ISE comienza 2008 en fase recesiva, situación en la que se reafirma hasta registrar un valle absoluto de la serie a comienzos de 2009, cosa que por otra parte era de esperar puesto que también lo habían registrado sus indicadores componentes, tal y como hemos puesto de manifiesto durante el artículo. Desde entonces se produce una recuperación que dura hasta comienzos de 2011. Esta recuperación es, en primer término de forma muy rápida y posteriormente, más sostenida, sin que en ningún momento del período se alcancen valores medios de la serie.

A continuación, el indicador vuelve a la fase recesiva ofreciendo un valle relativo antes de entrar en 2013. A partir de entonces inicia una senda de crecimiento, de forma paralela a sus indicadores componentes, hasta que a finales de 2014 comienza a ofrecer valores por encima de la media.

Este impulso es ofrecido principalmente por la industria, que se acerca a un pico relativo, y por el sector servicios, recién entrado en fase expansiva y con crecimiento acelerado. También ayuda, aunque en menor medida debido a su escaso peso, el sector de comercio minorista en fase expansiva y superando el pico histórico de la serie.

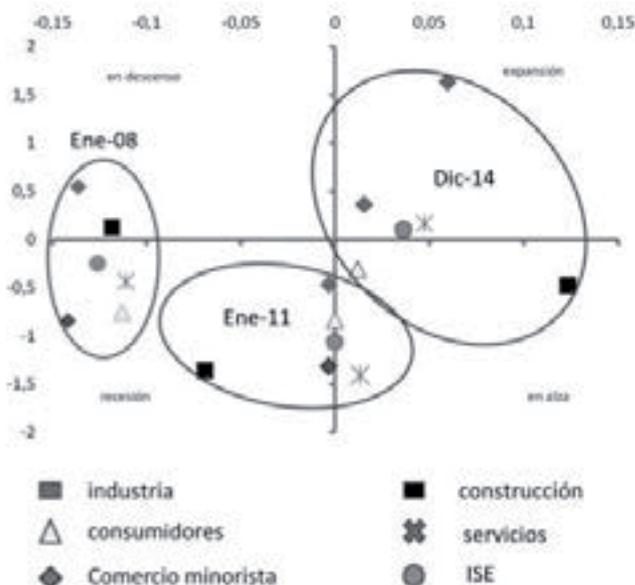
Por su parte, empobrecen el desempeño del ISE los consumidores, que aunque en expansión y acercándose a un pico relativo, ni siquiera parece que vayan a alcanzarse los valores medios de la serie y la cons-

GRÁFICO 7
REPRESENTACIÓN DEL INDICADOR DE SEETIMIENTO ECONÓMICO (ISE)



FUENTE: Elaboración propia según datos de DGECFIN (BTS data).

GRÁFICO 8
REPRESENTACIÓN DE INDICADORES CON TRAZADOR CROSS-SECTION



FUENTE: Elaboración propia

trucción que se encuentra en medio de una fase de recuperación aunque con valores de confianza todavía inferiores a la media histórica.

Para 2015 cabe esperar que el ISE se adentre más en el cuadrante expansivo y, si se fortalecen las recuperaciones, con especial mención a la del sector industrial, y no se estanca la confianza del consumidor, es probable que se pueda alcanzar el pico relativo que se dio a comienzos de 2007.

Trazador Cross-Section

Otro tipo de representación que se deriva del uso de trazador es el denominado cross-section, en el que, al contrario de los utilizados hasta ahora, no se representa

una serie completa de un indicador, sino que se representa la posición simultánea de varios indicadores.

Aplicado a nuestro caso, en el gráfico 8, se representan los cinco indicadores de clima sectorial previamente analizados en conjunción con el índice de sentimiento económico en España para los momentos puntuales de:

- enero 2008
- enero 2011
- diciembre 2014.

En dicho gráfico se observa cómo en enero de 2008 casi todos los sectores, o bien ya lo estaban, o encaban una profunda recesión. De la misma forma,

enero de 2011, todos ellos a excepción de la construcción, más lastrada, encaraban una larga recuperación.

Por último, en diciembre de 2014 casi todos los sectores, exceptuando consumidores y la construcción, que lleva su camino diferenciado, se encontraban en fase expansiva con industria cerca de un pico relativo, y con servicios y comercio minorista en aceleración de crecimiento.

Herramienta construcción de trazadores

Para la redacción de este artículo, el autor se ha apoyado en una herramienta desarrollada por él mismo que obtiene trazadores de indicadores prácticamente en tiempo real a partir de una serie de input descargadas del portal web de la DGECFIN. Se trata de una herramienta basada en Excel en la que, mediante programación en Visual Basic, tras la preparación de las series de entrada al modelo, y para cada sector/encuesta, conecta mediante la interfaz exlink con Matlab para, en primer lugar calcular los componentes principales de éstas. Con esos valores importados a Excel se calcula cada indicador de clima sectorial y el general. En una fase inmediatamente posterior vuelve a conectarse con Matlab a través del mismo interfaz para exportar las series de los distintos indicadores de confianza y pasarles el filtro de Hodrick-Prescott. Una vez vueltas a importar e Excel las series resultantes del filtrado, la herramienta las

normaliza y las grafica a partir de una plantilla de gráficos también diseñada por el autor.

Las opiniones expresadas en el presente artículo representan únicamente la opinión del autor y no se corresponden necesariamente con las del MINETUR.

NOTAS

- [1] Ver metodologías <http://www.minetur.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/Industria/EncuestaCoyuntura/Paginas/NotaMetodologicaECI.aspx>
- [2] La serie se estandariza a una media cero y una desviación estándar de uno
- [3] El cómputo final de las respuestas a una determinada pregunta (Ver metodologías) <http://www.minetur.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/Industria/EncuestaCoyuntura/Paginas/NotaMetodologicaECI.aspx>

BIBLIOGRAFÍA:

THE ECONOMIC CLIMATE TRACER (2007): , 2007. A tool to visualise the cyclical stance of the economy using survey data. Christian Gayer DGECFIN, November. http://ec.europa.eu/economy_finance/db_indicators/surveys/documents/studies/economic_climate_tracer_en.pdf

EUROPEAN COMMISSION. Economic and Financial Affairs. Economic databases and indicators. Business and Consumer Surveys web site. http://ec.europa.eu/economy_finance/db_indicators/surveys/index_en.htm

■ José Manuel Almendros Ulibarri

La *Singularity University (SU)* es una institución educativa fundada en 2008 al calor creativo de Silicon Valley con el objeto de favorecer la innovación colaborativa y la aceleración del emprendimiento en tecnologías disruptivas, entendiendo por tales aquellas que como la inteligencia artificial o la biotecnología puedan tener un impacto de magnitud y dimensión global en la resolución de los grandes retos (energía, protección medioambiental, desastres naturales, alimentación, agua, salud, educación, seguridad y pobreza) que afronta la humanidad en la actualidad.

DISRUPCIÓN TECNOLÓGICA DIGITAL

Todo ello por tanto desde una óptica activa diferente a la exclusivamente basada en la Economía del Bienestar y el análisis coste-beneficio de otra iniciativa también interesada en la misma cuestión cual es *Copenhagen Consensus*.

Los pasados 12 a 14 de marzo de 2015 tuvo lugar en Sevilla la tercera cumbre mundial en la que *SU* dio a conocer el trabajo de sus redes de expertos y laboratorios de innovación. Partiendo de una descripción del estado del arte y las perspectivas futuras de las tecnologías consideradas elementales o nucleares –core– en este contexto (inteligencia artificial, realidad virtual, robótica, computación en red, biología y ciencias de la salud, materiales, nanotecnología, fabricación digital, tecnologías energéticas,...), se trataron diferentes aspectos empresariales (financiero, mercado laboral, recursos humanos, diseño organizativo, experiencia cliente...) de la implementación práctica de las mismas.

El término “exponencial” con el que *SU* califica las tecnologías y aplicaciones disruptivas en las que centra su actividad queda bien ilustrado con lo acaecido con la fotografía doméstica: en la actualidad, en un solo minuto se hacen tantas fotos como en todo la historia de más de un siglo de fotografía analógica, habiéndose pasado de un patrón de crecimiento temporal lineal a otro de carácter exponencial. Pero antes de alcanzar la masa crítica requerida para este despegue se ha transitado por una fase infantil de alto riesgo, dada la incapacidad del ser humano para anticipar cambios disruptivos, primero, y para adaptarse a ellos, después.

La conservación de alimentos perecederos es un ejemplo que muestra cómo se viene repitiendo a lo largo de la historia un mismo patrón con respecto a las innovaciones disruptivas: las sucesivas innovaciones –especies, hielo natural, hielo artificial y frigoríficos domésticos– que en cada momento desplazan la frontera tecnológica, representan un enorme reto creativo cuya superación se acoge con timidez y escepticismo por el estupor que, salvo a los más visionarios, genera en primera instancia. Proyectando el caso, es difícil imaginar que nuestras neveras puedan desaparecer algún día de nuestros hogares. Pero quizás esto ocurra cuando sean realidad soluciones que ya hoy se intuyen, tales como el suministro *just-in-time* de víveres; los alimentos

modificados genéticamente para su conservación de larga duración a temperatura ambiente; o la producción doméstica de alimentos sintéticos mediante impresión o técnicas de producción *in-vitro*.

Un paradigma denominado de las seis D’s (Defectivas, Disruptivas, Digitalizadas, Desmaterializadas, Desmonetizadas, Democratizadas) permite reflexionar sobre las tecnologías básicas y sus aplicaciones, que se caracterizan por su convergencia y multidisciplinariedad. Si la digitalización en sí no es algo novedoso, sí lo es que en la actualidad esté propiciando modelos de negocio alternativos a los tradicionales –basados en activos físicos o el acceso exclusivo a recursos– para los cuales el tamaño, la inercia y el conocimiento focalizado venían siendo factores de ventaja competitiva. Por el contrario, el acceso a la información como punto de partida para la creación de valor añadido y la adaptabilidad en respuesta al cambio acelerado se están configurando como nuevos factores clave de éxito en este escenario que venimos describiendo.

Dispositivos portátiles inteligentes (teléfonos, relojes, gafas y otros *gadgets* de realidad virtual,...), impresoras 3D, drones, vehículos sin conductor, etc,... son todas ellas soluciones tecnológicas que, de acuerdo a los expertos de la *SU*, formarán masivamente parte de nuestro futuro inmediato a medida que se vayan materializando una serie de avances que ya se vislumbran. Avances como la computación cuántica; la miniaturización, abaratamiento y aumento de prestaciones de los dispositivos digitales (sensores, procesadores y actuadores) a ritmos mucho más veloces que los postulados por la Ley de Moore; el desarrollo de las redes y la conectividad global; la generalización de plataformas y lenguajes de control inteligente en código abierto; las interfaces de usuario intuitivas y visuales; el desarrollo de robots de uso general –frente a los actuales de uso muy específico–; o la computación e inteligencia en tiempo real.

En el ámbito productivo todo ello propiciará un nuevo paradigma de manufactura digital distribuida, en el que mediante impresión 3D se fabrique aquello que se necesite, cuando y donde se necesite, con procesos más sencillos por no requerir montaje de componentes, con un alto potencial de personalización y rediseño rápido de producto en ajuste a nuevos requeri-

mientos, y sin exposición a vulnerabilidades logísticas de la cadena de suministro.

En la esfera de la biología, la genómica de bajo coste y herramientas como las tijeras moleculares y la impresión o la fabricación *in-vitro* de tejidos revolucionarán el panorama agropecuario o el de las ciencias de la salud y la medicina. En este caso, las prácticas milenarias de carácter reactivo, correctivo y episódico se sustituirán por otras de carácter proactivo, preventivo y continuo. Se pasará de la donación de sangre o de órganos a la donación de datos y la «salud conectada». La investigación clínica colaborativa; las aplicaciones en cirugía, neurología y cardiología de la representación digital y la realidad virtual; el diagnóstico molecular no invasivo; las prótesis biónicas; los exoesqueletos; las vacunas personalizadas; son todos estos ejemplos de ya casi realidades, a las que con el tiempo vendrán a sumarse otras soluciones disruptivas como los órganos artificiales, la reparación de tejidos o el tratamiento genómico del cáncer, el Alzheimer, la obesidad o las adicciones.

El mundo financiero tampoco será ajeno a este tipo de transformaciones. Transacciones innovadoras, monedas virtuales como el *bitcoin*, el *trading* de alta frecuencia o la financiación colaborativa (*crowdfunding*) son manifestaciones actuales de disrupción digital financiera. El modelado financiero a partir del uso de herramientas propias de la Teoría de Sistemas y la inteligencia artificial (Metaheurística, *Particle Swarm Optimization-PSO*, redes neuronales artificiales,...) como complemento a las herramientas clásicas (*Capital Asset Pricing Model-CAPM*, opciones reales, simulación Monte Carlo, árboles de decisión,...) anticipan una nueva aproximación a las finanzas corporativas y a la manera de responder sus cinco preguntas básicas: quién, qué, cuándo, por qué y dónde financiar. Esto resultará especialmente apto para el análisis financiero de proyectos e infraestructuras en relación con los problemas del agua, la energía y los alimentos que requieren una aproximación integrada y holística (lo que se conoce como «*Nexus Thinking*») y la participación de múltiples agentes aglutinados en asociaciones público-privadas.

En cuanto al mercado laboral, y frente a inquietudes como el impacto negativo de la disrupción digital en términos de pérdida de puestos de trabajo –que tienen como antecedente los movimientos ludistas en reacción a la Revolución Industrial–, casos como el de Corea del Sur –en el que una mayor robotización está yendo asociada con una mayor creación de empleo– ilustran cómo la tecnología puede ser más bien parte

de la solución que causa del problema, como ya se ha constatado en múltiples ocasiones a lo largo de la historia de la humanidad. El apalancamiento resultante de la conjunción adecuada de talento humano, inteligencia artificial y una más eficiente gestión de procesos, se revela como receta para el aumento de productividad y la liberación de tareas rutinarias, peligrosas o sujetas a fallos que permitan al ser humano enfocarse en menesteres más creativos o exploratorios. Desde el punto de vista de la gestión de recursos humanos, el talento se constituirá en principal factor limitante y el panorama se caracterizará por la aparición constante de nuevas profesiones, por lo cambiante de las descripciones de los puestos de trabajo, y por la demanda de nuevas aptitudes y cualidades.

En el ámbito organizativo, los diseños del siglo XX dejarán de ser válidos. Declaración de misión transformativa, plantilla flexible y colaborativa, facilidades para la asociación, compromiso, experimentación y autonomía son atributos que según los expertos de *SU* han de tener las organizaciones para que sean capaces de desenvolverse en un contexto de disrupción digital generalizada. Un contexto en el cual en el diseño de productos y servicios, la tendencia será enfocarse incondicionalmente en el cliente al modo que propician filosofías como el «*Design Thinking*» o el modelado *Be-Do-Feel-Look Better* de su comportamiento, sobre el cual se podrá actuar con más precisión a partir de la medición de sensaciones que harán posible en su día los avances de la neurociencia.

Como comentario final cabría decir que, como en todo ejercicio de alto contenido prospectivo, sólo el tiempo acabará por confirmar o desmentir el panorama que la *SU* visiona. Teniendo de positivo el mensaje de optimismo que lanza, la obligatoria prudencia surge de los numerosos retos que la disrupción tecnológica digital afronta, entre los cuales, y sin afán de exhaustividad, cabría citar: sobrecarga de información; amenazas a la confidencialidad y el respeto a la intimidad; deshumanización; usos inapropiados; oposición de intereses preestablecidos; regulación necesaria; estandarización; propiedad industrial; consideraciones éticas... Cuestiones todas ellas sobre las cuales es necesario que la sociedad en su conjunto reflexione.

El autor agradece los comentarios de Amparo Fernández González y Ángela Sereno Moure

■ Antonio Moreno-Torres Gálvez