

**BBVA**

# La ciudad venidera

Carlo Ratti  
y Nashid Nabian  
MIT SENSEable City Lab

¿Cómo serán las ciudades del mañana? En los años noventa, muchos investigadores especularon sobre el impacto que la revolución digital en curso tendría en las ciudades y sobre la posibilidad de que el espacio virtual reemplazara al espacio físico o los bits a los átomos. Fantasearon con la oscura y sensual imagen de espacios urbanos que iban desapareciendo mientras los individuos que los habitaban llevaban una vida prácticamente virtual en el ciberespacio y participaban en interacciones codificadas digitalmente en lugar de comunicarse cara a cara<sup>1</sup>. Los fanáticos de la tecnología digital iban aun más lejos y anunciaban la muerte oficial de la historia, el espacio, el tiempo, la geografía y las ciudades, entre otras cosas<sup>2</sup>. La opinión más generalizada era que los medios digitales e Internet aniquilarían las ciudades, como habían aniquilado las distancias. El escritor especializado en tecnología George Gilder proclama que «las ciudades son lastres residuales de la era industrial» y concluye que «nos dirigimos a la muerte de las ciudades» a causa del crecimiento continuo de los ordenadores personales, las telecomunicaciones y la producción distribuida (Peters y Gilder, 1995). Al mismo tiempo, Nicholas Negroponte, del MIT Media Lab, escribe en *Being Digital* que «la era de la post-información eliminará las limitaciones impuestas por la geografía.

La vida digital incluirá una dependencia cada vez menor del hecho de estar en un lugar y en un momento concretos, y la transmisión del lugar empezará a ser posible» (Negroponte, 1995).

Sin embargo, en los años que siguieron a aquella primera oleada de entusiasmo sobre lo digital, resultó evidente que ese no era el destino ni de nuestra raza mejorada digitalmente ni de los paisajes y los espacios construidos en los que se desarrollan nuestras actividades. Las ciudades y los espacios construidos contenidos en ellas se han multiplicado a una velocidad sin precedentes, y la producción y el consumo espaciales de la humanidad siguen estando fuertemente vinculados al ámbito físico. De hecho, las ciudades nunca habían prosperado tanto como lo han hecho en las dos últimas décadas. China, por ejemplo, está construyendo actualmente más tejido urbano del que la humanidad ha edificado en cualquier era anterior. Hace dos años, asistimos a un momento especialmente significativo: por primera vez en la historia, más de la mitad de la población mundial —3.300 millones de personas— vivía en áreas urbanas<sup>3</sup>. Así pues, a pesar de la obsesión generalizada con la visión de un mundo totalmente digital, ha surgido una nueva situación en la que el mundo digital y el mundo físico se están fusionando y los átomos se ven aumentados por los bits de información.

<sup>1</sup> Hay numerosas crónicas de posibles estados de este tipo. Sherry Turkle (1997) habla de individuos con grandes conocimientos digitales para quienes los mundos que habitan a través de la pantalla del ordenador son tan reales como el mundo real.

<sup>2</sup> Vincent Mosco sostiene que estas ideas se deben a la histórica fascinación del hombre por la nueva tecnología. Tras examinar las apasionadas proclamas sobre el fin del espacio, el tiempo, la historia, la economía, las ciudades y demás a manos del ciberespacio, y retroceder en la historia para recordar otros dictámenes míticos similares desencadenados por avances tecnológicos del pasado —el teléfono, la radio y la televisión, entre otros— Mosco (2004) explica cómo se crean esos mitos y por qué sentimos el impulso de creer en ellos.

<sup>3</sup> Según un informe de Naciones Unidas, «en 2008, el mundo registra un hito invisible pero de capital importancia: por primera vez en la historia,

Lo digital no mató a lo físico, como se fantaseaba en los años noventa, y no lo hará. De hecho, lo digital y lo físico se están recombinando o, en palabras de Hiroshi Ishii, «asistimos a un matrimonio entre los bits y los ladrillos»<sup>4</sup>. Una capa de elementos digitales en red cubre nuestros entornos construidos y fusiona sin fisuras la esfera de la información y el espacio físico habitado por los sujetos contemporáneos.

¿Cuáles son las consecuencias de estas transformaciones? Esta pregunta se puede abordar en varios niveles. En este artículo nos centraremos en un aspecto concreto que es, en nuestra opinión, especialmente productivo: la transformación de nuestras ciudades en sistemas cibernéticos de control en tiempo real con una naturaleza estática y dinámica dual integrada por cosas que existen en la esfera material y cosas que suceden en la esfera infosocial.

La siguiente sección especula sobre los factores que contribuirán de un modo más decisivo al nacimiento de esta nueva generación de vida urbana. Las ciudades del futuro cercano funcionarán como sistemas cibernéticos regidos por

mecanismos de control sensibles. Gracias a la plétora de posibilidades que ofrecen las telecomunicaciones, la gente que vive en ciudades aumentadas digitalmente disfrutará de acceso en tiempo real a vastos repositorios de información. Y, con la ayuda de las nuevas tecnologías de detección y accionamiento, todos los elementos que integran la vida urbana se transformarán en entidades sensibles al contexto y con capacidad para tomar decisiones. En estos entornos inteligentes, las personas se pueden incorporar como entidades con deseos, necesidades y preferencias de carácter transitorio: *usuarios* hiperindividualizados en lugar de *habitantes* genéricos.

Terminaremos con una conjetura sobre la nueva generación de moradores que habitarán estas ciudades: usuarios-habitantes aumentados digitalmente y bien informados sobre las dinámicas de las ciudades en las que viven. En otras palabras, nos centraremos en el modo en que las personas cuyo entorno está mejorado digitalmente empiezan a actuar como auténticos sensores accionados en tiempo real en un mecanismo de retroalimentación que establece un

más de la mitad de la población humana, 3.300 millones de personas, vivirá en áreas urbanas. Se calcula que en 2030 esta cifra habrá aumentado hasta 5.000 millones». Este fenómeno ilustra mi afirmación de que las ciudades y otros paisajes construidos por el hombre se están multiplicando —y seguirán haciéndolo— en respuesta a la demanda de la creciente población mundial de urbanitas (Ahmed Obaid, 2007).

<sup>4</sup> Hiroshi Ishii acuñó el término «bits tangibles», que subraya la idea de los bits que se pueden «agarrar y manipular» mediante el «acoplamiento de los bits con las superficies arquitectónicas y los objetos físicos cotidianos». Una vez que los bits de información se vuelven tangibles, se pueden considerar componentes básicos de nuestros espacios habitables y salvan el vacío existente entre el ciberespacio y el espacio físico con la ayuda de la tecnología digital. Por tanto, los bits y los ladrillos se unen en un nuevo cambio paradigmático en el ámbito de las prácticas espaciales (Ishii y Ullmer, 1997: 234-241).

Figura 1. ¿Cómo puede funcionar una ciudad como un sistema de código abierto en tiempo real? Póster con una visión del MIT SENSEable City Lab



“Gracias a la plétora de posibilidades que ofrecen las telecomunicaciones, la gente que vive en ciudades aumentadas digitalmente disfrutará de acceso en tiempo real a vastos repositorios de información”

vínculo entre ellos y la ciudad con la mediación de la nueva tecnología digital y de las redes de telecomunicaciones, en un proceso que usa la propia ciudad como interfaz.

#### LA CIUDAD COMO MECANISMO CIBERNÉTICO DE CONTROL EN TIEMPO REAL

En su artículo de 1969 «The Architectural Relevance of Cybernetics», Gordon Pask sostenía que los espacios arquitectónicos debían diseñarse como sistemas que pudieran responder a las condiciones emergentes y adaptarse a las necesidades de sus habitantes (Pask, 1969). En ese sentido, comparaba esos espacios con sistemas cibernéticos. Siguiendo la misma línea de pensamiento, podemos entender la ciudad posmoderna digitalmente mejorada como un mecanismo cibernético que permite la interacción en su condición de sistema espacial con capacidad para extraer información contextual, reconocer los deseos y las necesidades de sus habitantes, y adoptar patrones de conducta basados en lo aprendido.

Este sistema urbano cibernético emplea la tecnología de detección para monitorizar el entorno. Está condicionado por procesos computacionales que se basan en los cambios espaciotemporales detectados. Se acciona por medio

de agentes físicos o virtuales integrados que provocan cambios que el habitante puede detectar o que mejoran la experiencia espacial del ocupante de un modo explícito o implícito. También se enriquece con el recuerdo del pasado y la anticipación del futuro, y cuenta con cierto nivel de conectividad de datos, especialmente si los agentes encargados de la monitorización y el accionamiento están físicamente separados y la distancia se ha de salvar con medios tecnológicos. Estos pasos otorgan a la ciudad una conciencia limitada del cambio contextual que se produce con el tiempo y la capacitan para responder a ese cambio.

En lo que a la detección se refiere, se hace un uso cada vez más generalizado de cámaras y microcontroladores para gestionar la infraestructura de la ciudad, optimizar el transporte, monitorizar el medio ambiente y ejecutar aplicaciones de seguridad. Gracias a los avances de la microelectrónica, ahora es posible implementar redes de *polvo inteligente* formadas por diminutos robots, dispositivos o sensores inalámbricos MEMS (sistema micro-electromecánico). Además, estamos asistiendo a una explosión en el uso del teléfono móvil en todo el mundo. Según los datos de la ITU World Telecommunication Indicators Database, a principios de 2009 había más de 4.000 millones de móviles en uso en todo el planeta. Los teléfonos móviles son ubicuos y trascienden las fronteras que separan las clases socioeconómicas en los cinco continentes: nos permiten no solo comunicarnos entre nosotros como nunca lo hemos hecho, sino también crear una penetrante red de detección que llega a todos los rincones del globo.

En cuanto a la regulación y el accionamiento, la ciudad ya contiene accionadores como los semáforos, las señales de las calles que se actualizan de forma remota, etc. Un accionamiento más profundo es relativamente problemático: por ejemplo, no podemos duplicar el tamaño de una calle en tiempo real si detectamos un atasco de tráfico. Sin embargo, a diferencia de otros sistemas de control en tiempo real, las ciudades

tienen una característica especial: los ciudadanos. Al recibir información en tiempo real, adecuadamente visualizada y difundida, los ciudadanos pueden transformarse en accionadores inteligentes y distribuidos que luchan por sus intereses colaborando y compitiendo con otros. El procesamiento de la información urbana captada en tiempo real y su difusión pública pueden permitir a las personas tomar decisiones más adecuadas sobre el uso de los recursos urbanos, la movilidad y la interacción social.

Este bucle de retroalimentación de detección y procesamiento digital puede empezar a influir en diversos aspectos complejos y dinámicos de la ciudad y mejorar la sostenibilidad económica, social y medioambiental de los lugares que habitamos. Los bucles de retroalimentación pueden crecer unos dentro de otros: los edificios y otros elementos espaciales repartidos por la ciudad podrían convertirse en sondas y dispositivos de visualización ambientales, pero también podrían transformarse a título propio en dispositivos sensibles que responden en tiempo real.

Una ciudad cibernética se rige según la lógica de un paradigma computacional híbrido que examina las ramificaciones de la instalación de sensores que detectan los cambios de las propiedades físicas del contexto; examina el modo en que un microprocesador o un ordenador integrado procesa la señal digital resultante y, por último, examina la forma en que el sistema activa una serie de accionadores instalados, integrados o colocados en el espacio. En ocasiones, los microprocesadores actúan de forma aislada. Sin embargo, una vez que estos microsistemas se configuren en red, la comunicación, la detección y el procesamiento de la información desaparecerán en el entorno para crear una *Internet de las cosas* con cobertura mundial, como en la idea de la *Ubicom* propuesta por Mark Weiser<sup>5</sup>. Hay una consecuencia de este proceso dual de detección y accionamiento en la ciudad contemporánea que es especialmente importante: las ciudades pueden comenzar a funcionar como sistemas de control en tiempo real regulados

“El procesamiento de la información urbana captada en tiempo real y su difusión pública pueden permitir a las personas tomar decisiones más adecuadas sobre el uso de los recursos urbanos, la movilidad y a interacción social”

por diversos bucles de retroalimentación. En el siguiente apartado, centraremos nuestra atención en las posibilidades de la detección y el accionamiento en las ciudades del futuro cercano.

#### LA CIUDAD CIBERNÉTICA Y SUS DISTINTOS MECANISMOS DE DETECCIÓN

En su *Traité des Sensations*, Étienne Bonnot de Condillac ofrece una interesante reflexión sobre la sensibilidad como fuente de subjetividad<sup>6</sup>. Imagina una estatua viviente, despojada de toda sensación, salvo el sentido del olfato. Guía al lector por una secuencia en la que la sensación lleva a la comparación; la comparación lleva al juicio; el juicio, a la reflexión y al razonamiento, y estos, a la abstracción: la suma de todo lo anterior da como resultado lo que se podría describir como entendimiento y capacidad de actuación [humana]. Este enfoque basado en las sensaciones se puede aplicar a las ciudades como mecanismos cibernéticos. Los sensores son dispositivos que pueden registrar uno o varios aspectos cuantificables de los contextos en los que se usan. Una vez poblada con un gran número de sensores y dotada de la habilidad de registrar los cambios que se producen en su contexto, una ciudad

<sup>5</sup> Mark Weiser es el padre del concepto *computación ubicua* o *Ubicom*. En su artículo de 1991 «The Computer for the Twenty-First Century», Weiser analiza la idea de una integración sin fisuras de los ordenadores en el mundo: «Las tecnologías más profundas son aquellas que desaparecen. Se entrelazan con el tejido de la vida cotidiana hasta que terminan siendo indistinguibles de él». Propone el término *virtualidad encarnada* para hacer referencia al proceso de sacar los ordenadores de sus discretos emplazamientos e integrar la informática plenamente en los entornos de nuestras experiencias vitales cotidianas (Weiser, 1991: 94-100).

<sup>6</sup> En *History of Philosophy*, Alfred Weber ofrece una descripción y una interpretación muy completas del argumento de la estatua sensible de Condillac. Me he inspirado en su interpretación para formular mi argumento (Weber, 1912: 399-403).

puede adquirir un nivel limitado de capacidad de actuación a través de la comparación, el juicio, la reflexión, el razonamiento y la abstracción.

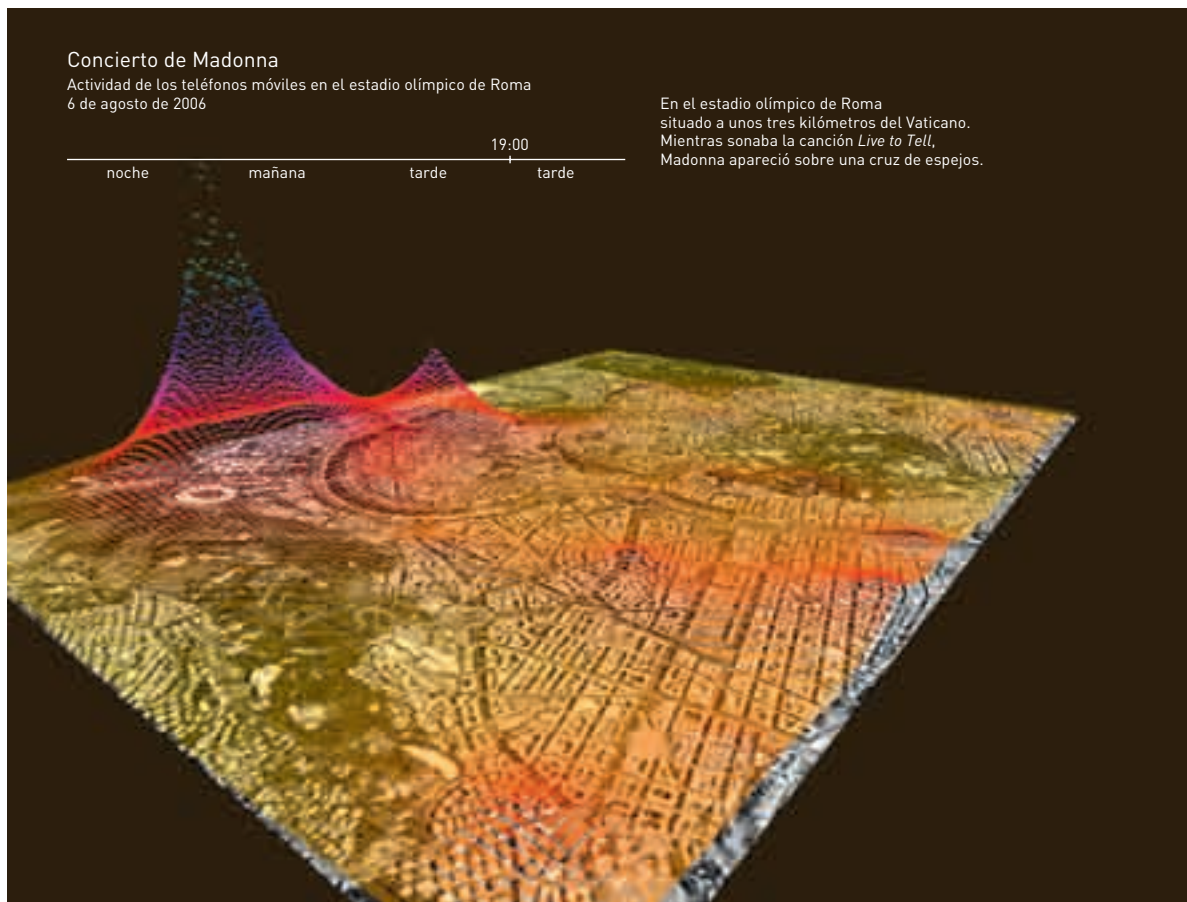
Para alcanzar este objetivo, debemos preguntarnos cómo podemos detectar una ciudad y sus dinámicas. Una forma de hacerlo es aprovechar los sistemas ya existentes que se han desarrollado para otros fines pero que pueden actuar como fuentes de información sobre el modo en que funcionan nuestras ciudades. La red de teléfonos móviles es un excelente ejemplo. Llamamos a este procedimiento *detección viral*, ya que los algoritmos computacionales de estas prácticas de detección se instalan en las redes digitales que ya aumentan las ciudades, como un virus se infiltra en un entorno ya funcional perteneciente a otro organismo para desarrollar en él sus bioprocesos internos. La premisa de estas prácticas de detección es que el sujeto contemporáneo deja voluntaria e involuntariamente rastros digitales en diversas redes que se yuxtaponen en las áreas urbanas. Cada vez que se usa una tarjeta de crédito, se envía un mensaje de texto o un correo electrónico, se formula una consulta en Google, se realiza una llamada telefónica, se actualiza un perfil de Facebook, se carga o se etiqueta una foto en Flickr, o se completa una compra en una de las grandes tiendas en línea, como Amazon.com, se añade una entrada con la fecha y el lugar de la acción a un conjunto de datos que reside en un servidor central administrado y mantenido por la entidad organizativa que ha proporcionado la plataforma para estas y varios cientos más de operaciones cotidianas. Una vez que los conjuntos de datos están espacial y temporalmente asociados a entidades y fenómenos del ámbito físico, los paisajes urbanos en los que residen estos rastros se transforman en *paisajes de información*. Un paisaje de información, en este contexto, es un territorio digital temporal y espacialmente vinculado con el territorio físico. Los paisajes de información se pueden mostrar en pantallas digitales públicas integradas en instalaciones arquitectónicas y en dispositivos informáticos personales de mano.

Gracias a los avances en el campo de la conectividad de datos y las tecnologías de las telecomunicaciones, la conexión a los conjuntos de datos alojados en servidores distantes está mejorando, lo que hace posible que los motores de gestión de datos obtengan en tiempo real información actualizada sobre el estado de las entidades monitorizadas. Los espacios urbanos del territorio con anotaciones digitales aumentado con los conjuntos de datos recopilados crean paisajes condicionados que albergan nuevas formas de expresión, como las exposiciones públicas o celebradas en museos o las demostraciones urbanas. El MIT SENSEable City Lab ha realizado numerosos experimentos que han llevado a esas exposiciones y demostraciones urbanas en los últimos años, con ejemplos como *Wikicity Rome* y *NYTE*. En los dos casos, la visualización en tiempo real de los datos extraídos de las redes de comunicación se relaciona con el territorio geográfico para revelar las dinámicas urbanas en tiempo real a los observadores. Estos espectáculos tecnológicamente mejorados —paisajes de información en tiempo real proyectados sobre superficies arquitectónicas o disponibles a través de distintos dispositivos— provocan un desplazamiento temporal del observador, que se aleja del territorio físico en el que vive y se traslada a una ubicación distante, lo que le proporciona una perspectiva general de la dinámica contenida en el paisaje urbano.

El proyecto *Wikicity Rome* aprovechaba los datos combinados del uso de los teléfonos móviles. Las visualizaciones resultantes representaban los puntos más frecuentados de la ciudad y daban una visión general de la ocupación del paisaje urbano y de los lugares y los patrones temporales que regían la dispersión de la multitud integrada por los usuarios de teléfonos móviles. La detección colectiva basada en el uso de los móviles permite distinguir en tiempo real los puntos más activos y los lugares congestionados de la ciudad. Esto puede ayudar a los organismos administrativos a regular el tráfico y el flujo



Figura 2. *Wikicity Rome*, 2007. MIT SENSEable City Lab: Assaf Biderman, Francesco Calabrese, Kirstian Kloeckl, Carlo Ratti, Bernd Resch y Andrea Vaccari



de los recursos en la ciudad en función de esas dinámicas en tiempo real.

Cuando el sistema se presentó en la X Exposición Internacional de Arquitectura de la Bienal de Venecia, los investigadores del MIT SENSEable City Lab complementaron la evaluación de la dinámica urbana obtenida de los teléfonos móviles con datos basados en las posiciones instantáneas de los autobuses y los taxis. Esto suministraba información sobre la movilidad, desde el estado del tráfico a los desplazamientos de los peatones por la ciudad, en tiempo real. Las visualizaciones proporcionaban una interpretación cualitativa del modo en que los datos combinados del uso de los teléfonos móviles en red y la información de la ubicación del transporte público se pueden emplear para ofrecer a los ciudadanos y a las autoridades unos

servicios de gran valor. Los investigadores del MIT SENSEable City Lab creen que este sistema «puede dotar a los habitantes de la ciudad de un conocimiento más profundo sobre las dinámicas urbanas y un control superior de su entorno, ya que les permitirá tomar decisiones más fundamentadas sobre lo que los rodea y reducirá la ineficiencia de los sistemas urbanos actuales» (Calabrese *et. al.*, 2010). Además de aprovechar las redes existentes, se pueden instalar redes de sensores personalizadas que descodifiquen los distintos flujos que se dan en las ciudades. La ciudad cibernética puede recibir esta información desde diversas redes de mecanismos de detección. La primera es una red de agentes de detección gestionados centralmente e integrados en el tejido de la ciudad. Con este fin, el polvo inteligente satura el espacio urbano, extrae

grandes cantidades de información sobre los procesos contenidos en el entorno y los espacios construidos y canaliza esa información a un mecanismo central de comando y control. En él, estos datos se combinan, se gestionan y se usan como base para entender cómo se debe regular y accionar el espacio monitorizado de la ciudad.

La tecnología que permitirá geolocalizar toda la superficie del planeta no está tan lejos de convertirse en una realidad. En la actualidad, la interfaz de programación de la aplicación Google Maps ofrece un modelo virtual bidimensional del mundo. Gracias a los avances en la interfaz de programación y la plataforma de Google Earth, este modelo virtual está evolucionando hacia una copia virtual tridimensional y completa del mundo físico. Imaginemos el día en el que ese modelo pueda aumentarse con capas de información geolocalizadas sobre cada uno de los objetos contenidos en él. Este supuesto tendría dos efectos diferentes pero estrechamente relacionados en nuestro consumo y nuestra producción de espacio. En primer lugar, los datos extraídos de todas las cosas permitirían a los usuarios de este sistema espacial entender la dinámica de nuestros paisajes construidos por medio del análisis de esos grandes conjuntos de datos obtenidos en tiempo real. Este conocimiento en tiempo real de la dinámica espacial se puede volver a introducir en el proceso de diseño espacial y en la gestión de los recursos espaciales. Por otra parte, si el acceso a esas capas de información se democratizara, los habitantes de nuestros paisajes construidos también se beneficiarían.

Si un conjunto de sensores capaces de comunicarse con un servidor administrado centralmente se integra y se distribuye en un contexto espacial, la posibilidad de la detección distribuida se manifiesta como uno de los aspectos de un mundo totalmente conectado en red o una *Internet de las cosas*. Si los sensores están bien localizados en el terreno físico, es decir, si las transacciones codificadas digitalmente que envían al servidor incluyen sus ubicaciones exactas, esta

red permite a un sistema cibernético crear un modelo virtual del territorio físico que se actualiza constantemente y en tiempo real con información sobre el contexto. Dependiendo de la naturaleza de los datos detectados, el modelo virtual puede representar diferentes aspectos del territorio físico.

Las redes de sensores pueden estar compuestas por agentes de detección fijos o por agentes que recorren o inspeccionan el territorio monitorizado. Si los sensores están integrados, crean un telón de fondo fijo para un modelo virtual de la dinámica en tiempo real del espacio monitorizado que se corresponde con la ubicación geográfica permanente de los sensores. Si los nodos se implementan como sondas dinámicas, esta capa de telón de fondo también estará animada. En algunos casos, una vez que las ubicaciones geográficas de los sensores se han codificado, la única transmisión requerida para actualizar el modelo virtual es el cambio detectado por los sensores, junto con el código de identificación único del sensor que transmite los datos. En la segunda categoría de sensores móviles, cada transmisión se tiene que etiquetar o anotar también para incluir la ubicación actual del sensor.

Además, una red de sensores se puede configurar de modo que los agentes notifiquen automáticamente el estado actual de los fenómenos monitorizados a intervalos predefinidos o que indiquen su estado actual en respuesta a una solicitud de actualización procedente del servidor central en el que se combina la información detectada. Esto crea una dicotomía: redes de sensores que generan notificaciones automáticas frente a redes de sensores que responden a las solicitudes del usuario.

En los mecanismos de detección urbana basados en redes con una estructura central de comando y control, con algoritmos que permiten realizar una interpretación contextual de la información transmitida a la base de datos, llegamos a escenarios espaciales en los que regiones geográficas completas se han aumentado



digitalmente gracias a la ubicuidad de estos dispositivos de detección y transmisión. En la versión extrema de este escenario, podríamos imaginar un mundo en el que cualquier objeto es capaz de detectar su contexto e informar sobre él a una instalación central de gestión de datos donde su identidad, su ubicación en tiempo real y su estado contextual se cruzan, se almacenan y se administran con herramientas computacionales. Un buen ejemplo de este tipo de escenario es el proyecto *Trash Track* realizado en 2009 por el MIT SENSEable City Lab.

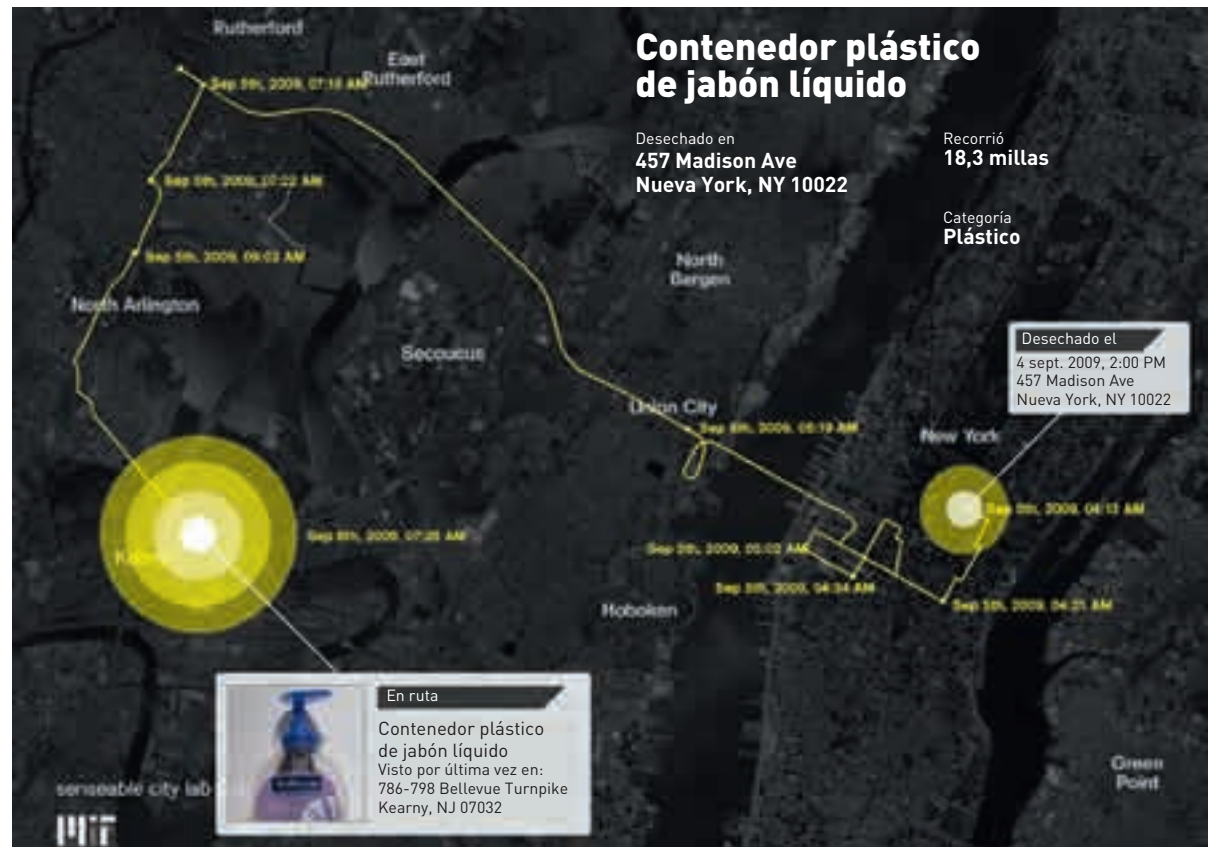
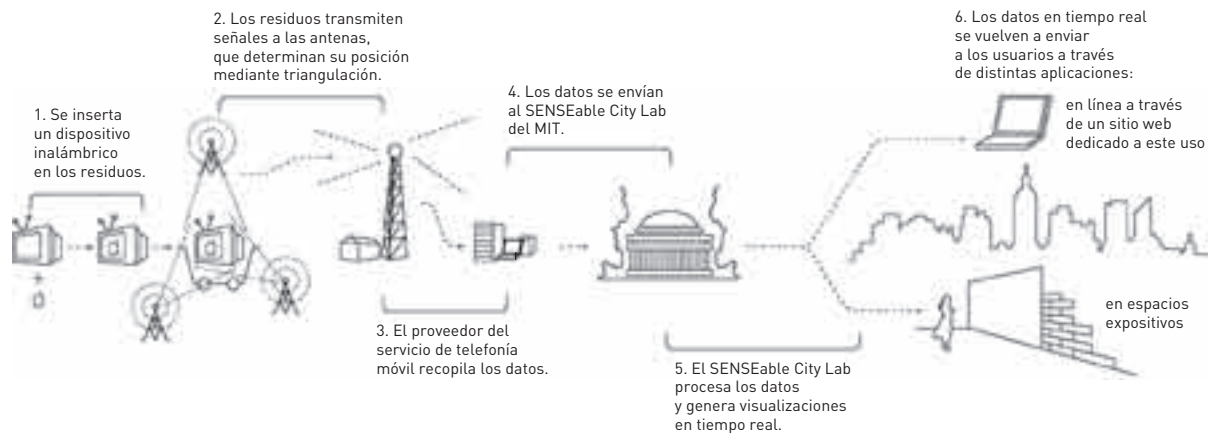
El proyecto usaba una serie de etiquetas mejoradas digitalmente que se podían asociar a ciertos objetos y que notificaban su posición a una infraestructura troncal de Internet a través de la red celular. *Trash Track* usaba estas etiquetas que informaban sobre la ubicación para hacer un seguimiento de los desechos urbanos y estudiar la eficiencia de la cadena urbana de eliminación de residuos. La plataforma permitía a los diseñadores y los planificadores analizar los datos adquiridos y tomar decisiones fundadas de alto nivel sobre la gestión del paisaje construido en el que trabajaban. Esto permitía abordar de forma empírica diversas preguntas sobre la dinámica de la cadena de eliminación de residuos urbanos: ¿es eficiente nuestra cadena de eliminación de residuos? ¿Se manipulan correctamente los residuos peligrosos o hay lagunas en el sistema que se deban solucionar? ¿Se reciclan realmente los residuos reciclados o terminan en vertederos? El sistema *Trash Track* puede tener un gran impacto en la naturaleza de la percepción que una ciudad o una región tiene de sus hábitos de eliminación de residuos.

Generalmente, la gente da por hecho que, una vez que tira la basura, deja de ser responsabilidad suya. Ofrecer una visión en tiempo real del recorrido de los desechos por el paisaje de sus vidas cotidianas ampliará la esfera de responsabilidad percibida por cada ciudadano sacándola del espacio doméstico para hacerla extensiva al espacio de la ciudad. Puede que esta percepción urbana en tiempo real dé como resultado una

mayor responsabilidad urbana. Sin embargo, *Smart Trash* no es más que uno de los posibles escenarios de una concepción más amplia de un mundo poblado por *sensores*.

Como ya se ha señalado, en la detección viral las huellas digitales involuntarias de los urbanitas contemporáneos almacenadas en las bases de datos centrales de los proveedores de servicios constituyen el punto de partida para entender la dinámica de la ciudad. De nuevo, las redes de sensores emplean una arquitectura descendente en la que todos los sensores envían información sobre el entorno a una base de datos central en la que esa información se combina, se gestiona y se almacena. En lugar de estos planteamientos descendentes, deberíamos valorar también el uso de sistemas ascendentes más cercanos a la base para detectar la dinámica de las ciudades. Una posibilidad es pensar en cada urbanita como un *sensor humano*, un agente con capacidad de detección que puede informar sobre su experiencia individual a través de los datos generados por el contenido creado por los propios usuarios en las plataformas de contenido compartido. Llegamos así a la tercera posibilidad de detección urbana: el *crowdsourcing* o sistema de contribución colectiva. Las plataformas en las que se comparte el contenido generado por los usuarios permiten a todos los participantes informar a otros sobre su experiencia en tiempo real y en un formato multimodal de alta resolución. En estas plataformas, los usuarios proyectan constantemente el mundo físico en el mundo digital. Sitios web como Flickr, Twitter, Facebook y Wikipedia son almacenes de lo que las personas *detectan* en la ciudad. Esta dinámica está creando gradualmente un mundo digital que es un reflejo del mundo físico. Para casi todas las ciudades del mundo, existe una versión digital paralela, tan rica en diversidad y contenido como el original físico, que se reparte por diferentes plataformas y sistemas. Esto se debe a que el urbanita contemporáneo aumentado digitalmente carga imágenes de los acontecimientos *populares*, envía

Figura 3. *Trash Track*, 2009. MIT SENSEable City Lab: Carlo Ratti, director; Assaf Biderman, director adjunto; Dietmar Offenhuber, jefe de equipo; Eugenio Morello, jefe de equipo; Musstanser Tinauli, jefe de equipo; Kristian Kloeckl, jefe de equipo; Lewis Girod, ingeniería; Jennifer Dunnam, E Roon Kang, Kevin Nattinger, Avid Boustani, David Lee, programación; Alan Anderson, Clio Andris, Carnaven Chiu, Chris Chung, Lorenzo Davolli, Kathryn Dineen, Natalia Duque Ciceri, Samantha Earl, Sarabjit Kaur, Sarah Neilson, Giovanni de Niederhausern, Jill Passano, Elizabeth Ramaccia, Renato Rinaldi, Francisca Rojas, Luis Sirota, Malima Wolf, Armin Linke, vídeo



entradas de Twitter sobre los nuevos eventos en tiempo real y crea y actualiza páginas sobre la ciudad en Wikipedia. Estos actos de comunicación generan distintos tipos de datos que proporcionan perspectivas únicas de las formas en

que la gente experimenta, recorre y ve la ciudad. De este modo, la multitud se convierte en una red distribuida de sensores que nos permite entender los patrones dinámicos de la ciudad y las experiencias de sus ciudadanos prácticamente

en tiempo real. Por ello, denominamos a este fenómeno *crowdsensing* (Pereira *et. al.*) o detección colectiva.

Aprovechando las posibilidades ofrecidas por las plataformas en las que se comparte el contenido generado por los usuarios, los investigadores del SENSEable City Lab han llevado a cabo varios proyectos dirigidos a revelar la dinámica de los paisajes urbanos partiendo de la visión y la información que sobre ellos proporcionan, en colaboración, sus habitantes. Por ejemplo, en el proyecto *Los ojos del mundo/The World's Eyes*, el atractivo y la popularidad de los lugares y los acontecimientos se revelan mediante la visualización de la densidad de los datos generados por los usuarios; en concreto, de las fotos con etiquetas que informan sobre la ubicación y la hora cargadas por los usuarios de Flickr. Después, los rastros electrónicos dejados por los usuarios y basados en las secuencias de las fotografías se emplean para revelar la presencia y el movimiento de los visitantes de una ciudad. Estas visualizaciones de datos que geolocalizan el contenido generado por la experiencia que el usuario tiene de un contexto urbano descubren el modo en que las ciudades son interpretadas por sus ocupantes; por ejemplo, qué lugares se consideran más o

menos importantes y qué captan los ojos de las personas que se encuentran en ellos. La *ciudad virtual* creada a través de la geolocalización del contenido generado por los usuarios refleja la realidad de la dinámica de la ciudad y puede convertirse en un recurso eficaz para entenderla (Pereira *et. al.*).

Por ejemplo, una animación de las fotos con etiquetas geográficas de diferentes vecindarios de Barcelona cuyas descripciones hacen referencia a «fiestas» del verano de 2007 demuestra que el casco antiguo de Barcelona (la Ciutat Vella) es el lugar al que la gente va a divertirse. Esta observación queda refrendada por el hecho de que el área contiene una gran densidad de turistas, el distrito bohemio de Gràcia y la zona del Fòrum (donde se celebran diversos festivales de música).

Otra visualización del mismo conjunto analiza las fotografías que los turistas han hecho en España a lo largo de un año. Mientras que las fotos se solapan en algunos puntos y ponen de manifiesto lugares que atraen la mirada del fotógrafo, en otras ubicaciones llama la atención la ausencia de imágenes, que deja al descubierto los rincones más solitarios de España.

Ahora que hemos descrito tres formas de proporcionar datos al mecanismo de control en

Figura 4. *Los ojos del mundo/The World's Eyes*, 2009. MIT SENSEable City Lab: Carlo Ratti, director; Assaf Bidermann, director adjunto; Fabien Girardin, jefe de proyecto; David Lu, diseñador visual; Andrea Vaccari, recopilación de datos. Universitat Pompeu Fabra: Ernesto Arroyo, diseñador de interacción



“Los accionadores y las interfaces que suministran información son los componentes del espacio controlados por el resultado generado por el sistema operativo a partir de los cambios que los sensores registran y envían como datos al sistema operativo”

tiempo real de una ciudad cibernética —la detección viral, las redes de sensores implementadas y la detección colectiva—, especularemos sobre los resultados de esos sistemas urbanos o, dicho de otro modo, sobre los mecanismos de accionamiento.

#### LOS DISTINTOS MECANISMOS DE ACCIONAMIENTO Y REGULACIÓN DE LA CIUDAD CIBERNÉTICA

Como los mecanismos de detección, los mecanismos de accionamiento resultan esenciales para las ciudades que son sistemas cibernéticos. En el ámbito del accionamiento y la regulación espacial, podemos especular con dos conjuntos de posibilidades. El primero es la regulación del paisaje por medio de agentes de accionamiento integrados en el espacio y controlados por algoritmos condicionados por la información recibida desde diversos mecanismos de detección. Esta visión abre una amplia gama de alternativas para el diseño y la implementación de entornos sensibles y espacios interactivos mediante la integración de las tecnologías digitales en el diseño de los edificios y los objetos.

Los accionadores y las interfaces que suministran información son los componentes del espacio controlados por el resultado generado por el sistema operativo a partir de los cambios que los sensores registran y envían como datos al sistema operativo. El accionamiento de un espacio aumentado digitalmente se puede entender como un mecanismo que provoca el tipo de movimiento físico que se observa en las arquitecturas cinéticas. Los agentes que inician el movimiento pueden provocar en los elementos tangibles de los entornos espaciales una rotación, una colocación vertical y horizontal o una vibración. Otra posibilidad es usar materiales que cambien de forma cuando se exponen a una corriente eléctrica. Por ejemplo, dependiendo del patrón de interconexión de los alambres musculares con la estructura de una superficie arquitectónica, cuando se aplica una corriente eléctrica, la superficie altera su forma para adaptarse al cambio de longitud de los alambres.

Una vez que los espacios habitables de las ciudades se convierten en entidades sensibles al contexto con capacidad de decisión, gracias al uso de mecanismos de detección que también pueden analizar los datos detectados, el sujeto humano que habita ese espacio se puede incorporar como entidad que tiene deseos, necesidades y preferencias de naturaleza transitoria. Esto hace posible que el entorno responda a la información suministrada por sus habitantes o, al menos, a aspectos concretos de su comportamiento. De este modo, los habitantes pasan a ser identificables y cada uno de ellos merece un tratamiento específico por parte del espacio que habita. Un usuario-sujeto es un habitante hiperindividualizado, y un espacio interactivo respeta sus especificidades y le ofrece una experiencia personalizada.

La locomoción física no es la única forma de iniciar un cambio en un contexto espacial. El cambio también se puede desencadenar manipulando el paisaje sonoro para inyectar en el espacio ruido [blanco] audible o piezas melódicas y musicales cuyo contenido, volumen e intensidad

Figura 5. *Cloud*, 2009. Arquitectura de: Carlo Ratti, Walter Nicolino, Alex Haw. Equipo de Carlorattiassociati y MIT SENSEable City Lab: Giovanni De Niederhausern, Alberto Bottero, Pietro Leoni, Coen Smets, Assaf Biderman, Mauro Martino, E Roon Kang

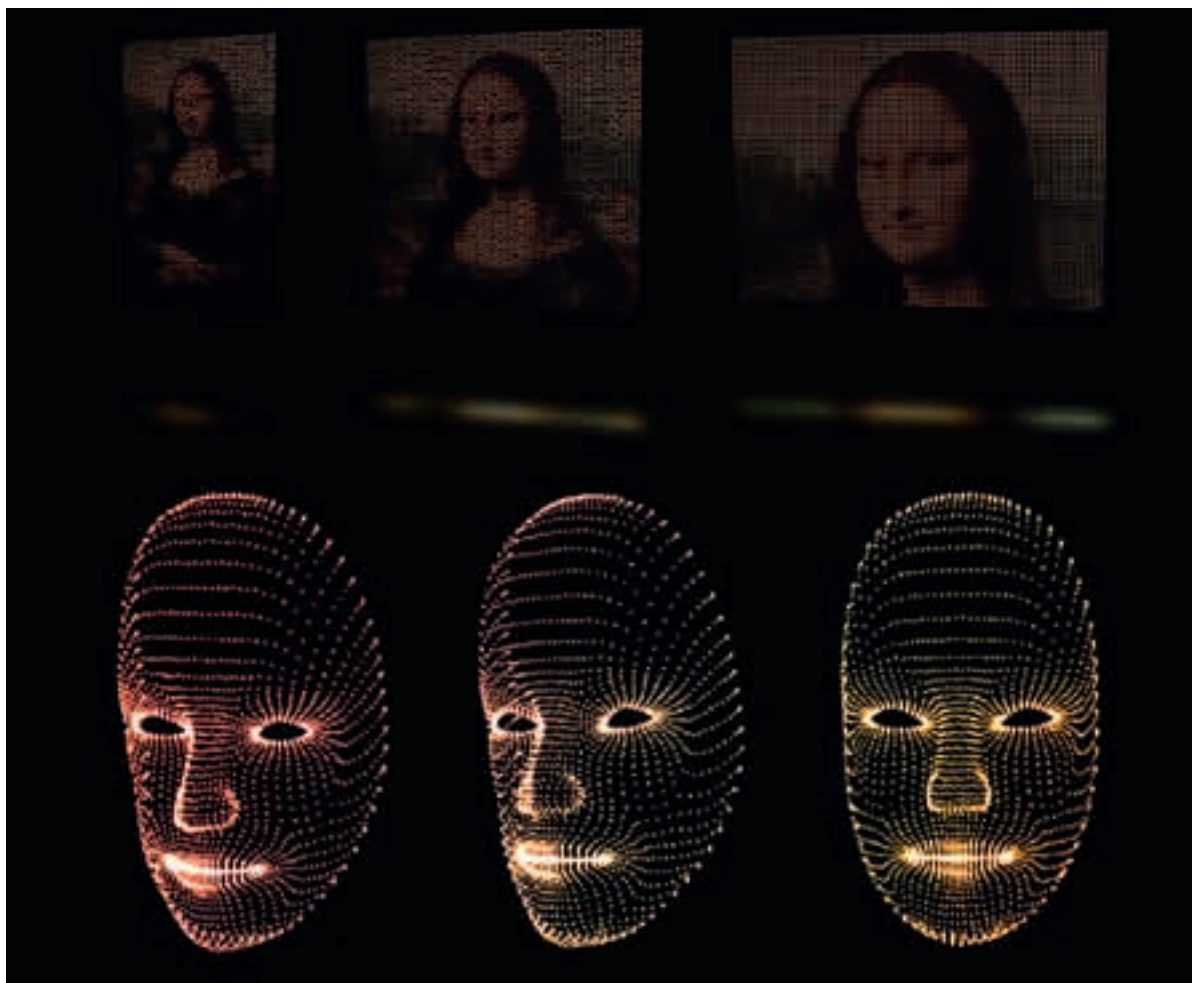


varían en función del tiempo. El cambio perceptible se puede sugerir de manera visual, con agentes que emitan luz de intensidad y color variables. Administrar niebla de distintas densidades también puede manipular los aspectos visuales del espacio modificando la profundidad del campo de perspectiva. Las superficies arquitectónicas se pueden dotar de características visuales variables, como la transparencia o el color, que respondan a la cantidad de corriente eléctrica a la que estén expuestas. Por otra parte, el cambio se puede provocar a través de pantallas digitales integradas en las superficies arquitectónicas que muestren imágenes animadas a los sujetos que habitan el espacio, como ocurre en el sistema de visualización *CLOUD*. Los patrones de sus cubiertas esféricas animadas ofrecen una interfaz de escala urbana para suministrar información en tiempo real a los habitantes y visitantes de la ciudad.

Otro ejemplo de tecnologías de visualización que pueden accionar el espacio de la ciudad es el que se explora en el proyecto *Flyfire*. *Flyfire*, un diseño del SENSEable City Laboratory en colaboración con el ARES Lab (Aerospace Robotics and Embedded Systems Laboratory), usa un alto número de microhelicópteros que se organizan automáticamente y que contienen pequeños LED y actúan como píxeles inteligentes. Los helicópteros se controlan para crear movimientos sincronizados y formar superficies de visualización elásticas. Esto permite transformar cualquier espacio ordinario en un entorno de visualización con un alto grado de inmersión e interactividad. El mecanismo propuesto explora la posibilidad de una visualización espacial de forma libre compuesta por un enjambre de píxeles que se organizan automáticamente en tiempo real para adaptarse a los requisitos de visualización de cualquier situación.



Figura 6. *Flyfire*, 2010 (arriba: visualización de imagen ráster, abajo: visualización de imagen vectorial). MIT SENSEable City Lab: Carlo Ratti, director; Assaf Biderman, director adjunto; Carnaven Chiu, jefe de equipo y elementos visuales; E Roon Kang, jefe de equipo (2. fase); Caitlin Zacharias, Shaocong Zhou. ARES Lab: Emilio Frazzoli, director; Erich Mueller, ingeniería



El espacio también se puede manipular de un modo sugerente por medio de la termocepción. Los accionadores pueden provocar cambios en el entorno a través de una serie de mecanismos de calentamiento y enfriamiento o de humidificación y deshumidificación. Los aspectos del espacio relacionados con la termocepción se pueden condicionar usando accionadores como ventiladores que manipulen el patrón y la intensidad del flujo de aire a través del espacio. Como alternativa, el cambio se puede expresar en términos olfativos por medio de accionadores integrados que emitan aromas y dispersen patrones de gases y líquidos con olor. En el caso

más extremo, integrar dispensadores de líquido o gas permitirá al diseñador idear entornos arquitectónicos que tengan una naturaleza menos material o física, como ocurre en el proyecto *Digital Water Pavilion*.

Sin embargo, manipular el espacio por medio de accionadores integrados no es el único modo posible de regular espacialmente los sistemas urbanos cibernéticos. Los propios habitantes de las ciudades se pueden considerar agentes potenciales de regulación y accionamiento. Desde este punto de vista, el espacio de la ciudad se percibe como el proveedor de acceso que suministra información en tiempo real a un cuerpo



Figura 7. *Digital Water Pavilion*, 2008. Diseño arquitectónico: Carlorattiassociati. Arquitectura del paisaje: Agence Ter. Diseño gráfico: Studio FM Milano. Ingeniería: Arup. Ingeniería de la pared de agua interactiva: Lumiartechnia International. Contratista principal: Siemens. Supervisión de la instalación: Tyspa. Diseño preliminar de la puerta de acceso a la exposición: MIT SENSEable City Lab. Diseño de la milla digital: MIT Department of Urban Studies and Planning / City Design and Development Group. Concepto de la pared de agua interactiva: MIT Media Laboratory / Smart Cities Group



que lo habita de forma física. Por tanto, el diseño espacial no se limita a la asignación de recursos materiales, sino que tiene en cuenta la asignación temporal de información relacionada con la ubicación o el contexto de quienes lo ocupan. El nuevo conocimiento analítico de la dinámica espacial obtenido a través del suministro en tiempo real de información geográficamente definida se puede devolver a los individuos que habitan esos paisajes para ayudarles a tomar decisiones bien fundadas. Un ejemplo de este planteamiento es el servicio contextual ofrecido en tiempo real por las redes celulares que evalúa la densidad de una multitud en función del uso de los teléfonos móviles en una zona y proporciona esa información a los residentes de la ciudad que quieren identificar los sitios más populares. En esos casos, no se acciona el espacio, sino sus habitantes, y la regulación eficaz de la dinámica espacial se basa en las decisiones que estos toman.

Esta es la que consideramos la característica más prometedora de la ciudad del futuro: el hecho de que la actividad en colaboración de sus ciudadanos la hace *inteligente*. Los ciudadanos tienen el potencial de actuar como agentes

sensibles que proporcionan información automáticamente y contribuyen a monitorizar la ciudad como organismo cibernético. Por otra parte, pueden ser accionados, y sus acciones se pueden autorregular en función del conocimiento en tiempo real de la dinámica de la ciudad transmitido a través de plataformas que suministran información.

Una ciudad así será un lugar atractivo para vivir y trabajar, ya que ofrece una plataforma que refuerza la identidad y la cultura a través de la colaboración. Esa colaboración para definir y redefinir la dimensión efímera de la ciudad se puede entender como una forma de hacerla más atractiva y de lograr que sus ciudadanos se impliquen más en ella. Una ciudad que está abierta a las modificaciones individuales permite a las personas dejar en ella un rastro intencionado de sí mismas. De este modo, la ciudad se convierte en un lienzo ilimitado de colaboración, lo que genera un constante suministro de información humana.

Una ciudad cuyos habitantes se convierten en sensores y que se acciona en respuesta a los resultados de la información que los habitantes reciben en tiempo real sobre su dinámica interna

será más sensible a cuestiones como la adaptabilidad, la eficiencia y la optimización operativa. Por tanto, aunque las ciudades aumentadas responden a prioridades como la funcionalidad, la durabilidad estructural y el atractivo estético, al diseñar esos espacios la atención se centrará inevitablemente en su capacidad de actuación. Después de todo, cualquier espacio que puede adaptarse a unas condiciones nuevas no está ahí tan solo para durar, sino también para *actuar*. Al final, las ciudades aumentadas digitalmente son ciudades que actúan y, dotadas de la tecnología adecuada, el límite de la eficiencia de esa actuación vendrá dado por el límite de la imaginación y el deseo de quienes las diseñan y las habitan. A este efecto, la ciudad cibernética será un medio a través del cual los sujetos que ocupan el espacio se comunicarán entre ellos, con lo que pasarán de ser habitantes pasivos a convertirse en participantes activos o accionadores de los contextos espaciales. Así pues, ponemos punto final a nuestra reflexión sobre la ciudad del futuro con los términos *usuario-participante-habitante* o *ciudadano sensor-accionador* para describir a esas personas que son sus ciudadanos y que serán, en última instancia, responsables del organismo cibernético que habitan.

## BIBLIOGRAFÍA

- AHMED OBAID, T. (2007), «Peering into the Dawn of an Urban Millennium», *State of World Population 2007*, Nueva York, NY: United Nations Population Fund, [http://www.unfpa.org/swp/2007/presskit/pdf/sowp2007\\_eng.pdf](http://www.unfpa.org/swp/2007/presskit/pdf/sowp2007_eng.pdf) [consultado por última vez el 12 de abril de 2010].
- CALABRESE, F., M. COLONNA, P. LOVISOLO, D. PARATA y C. RATTI (2010), «Real-Time Urban Monitoring Using Cellular Phones: a Case-Study in Rome», *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.
- ISHII, H., y B. ULLMER (1997), «Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces Between People, Bits and Atoms», en S. Pemberton (ed.), *Proceedings of the ACM CHI 97 Human Factors in Computing Systems Conference*, Nueva York, NY: ACM, pp. 234-241.
- MOSCO, V. (2004), *The Digital Sublime: Myth, Power, and Cyberspace*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- NEGROPONTE, N. (1995), *Being Digital*, Nueva York: Knopf, 1995. Existe versión en español (2000), *El mundo digital*, Barcelona: Suma de letras.
- PASK, G. (1969), «The Architectural Relevance of Cybernetics», *Architectural Design* 39, pp. 494-496.
- PEREIRA, F. C., A. VACCARI, F. GIARDIN, C. CHIU y C. RATTI, «Crowdsensing in [a?] Web: Analyzing the Citizens' Experience in the Urban Space», MIT SENSEable City Lab, próxima publicación.
- PETERS, T. y G. GILDER (1995), «City vs. Country: Tom Peters & George Gilder Debate the Impact of Technology on Location», *Forbes ASAP Technology Issue*, 27 de febrero, pp. 56.
- TURKLE, S. (1997), *Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet*, Nueva York: Simon & Schuster. Existe versión en español, *La vida en la pantalla: la construcción de la identidad en la era de Internet*, Barcelona: Paidós.
- WEISER, M. (1991), «The Computer for the Twenty-First Century», *Scientific American*, septiembre, pp. 94-100.
- WEBER, A. (1912), *History of Philosophy*, Nueva York: Charles Scribners Sons, pp. 399-403. Versión española: *Historia de la filosofía europea*, Madrid: Antonio G. Izquierdo, 1914.