







**Un gemelo digital urbano recrea una ciudad en base a los datos que esta genera, convirtiéndose en una herramienta fundamental para la planificación y gestión municipal.**

“Los antiguos construyeron Valdrada a orillas de un lago con casas todas de galerías una sobre otra y calles altas que asoman al agua parapetos de balaustres. De modo que al llegar el viajero ve dos ciudades: una directa sobre el lago y una de reflejo, invertida. No existe o sucede algo en una Valdrada que la otra Valdrada no repita, porque la ciudad fue construida de manera que cada uno de sus puntos se reflejara en su espejo, y la Valdrada del agua, abajo, contiene no solo todas las canaladuras y relieves de las fachadas que se elevan sobre el lago, sino también el interior de las habitaciones con sus cielos rasos y sus pavimentos, las perspectivas de sus corredores, los espejos de sus armarios.”

Italo Calvino. *Las ciudades invisibles*

El concepto de gemelo digital ya está muy extendido en el ámbito de la industria. Consiste básicamente en construir una réplica virtual de un sistema – por ejemplo, una máquina, un motor, una línea de producción- y alimentarla con datos en tiempo real, recogidos del elemento físico original. Una posible aplicación podría ser el prototipo de un automóvil, donde el gemelo digital debe reproducir cada parte del vehículo en 3D y replicar el mundo físico en el que circula de una forma tan precisa que un conductor de la réplica virtual reciba las mismas respuestas que si pilotase el modelo real. La utilidad de esta tecnología es innegable en aspectos como el mantenimiento predictivo, pues con el modelo virtual podemos simular de manera fiel las situaciones y condiciones a las que se puede ver sometido un elemento, y estudiar su reacción, sin comprometer la seguridad ni el buen funcionamiento de este.

Las tecnologías que sustentan los gemelos digitales parten de una serie de características: integran datos de distintos tipos procedentes de objetos físicos, representan el ciclo de vida completo de los objetos físicos, evolucionando con ellos y acumulando conocimiento relevante de forma constante, y, finalmente, se encargan de describir y optimizar los objetos de origen.

Sin embargo, los gemelos digitales no se limitan al ámbito de la producción manufacturera y la ingeniería industrial, y han llegado incluso al terreno de la planificación y la gestión urbanas. Hoy en día hablamos de ciudades gemelas digitales para referirnos a modelos que simulan algunos de los procesos que tienen lugar en un núcleo de población, elaborados en base a la información real que este genera. Se trata de una filosofía estrechamente relacionada con la *smart city*, la inteligencia del dato aplicada a la gestión urbana. Uno de los paradigmas en este campo es el proyecto Virtual Singapore, que persigue la creación de un modelo tridimensional dinámico y colaborativo de dicha ciudad.

## Los gemelos digitales no se limitan al ámbito de la producción manufacturera y la ingeniería industrial, y han llegado incluso al terreno de la planificación y la gestión urbanas

El modelo de la ciudad estado asiática es uno de los pioneros en este campo, puesto que comenzó a erigirse en 2014. Está compuesto por más de tres millones de imágenes tomadas de las calles, además de 160 000 más capturadas desde el aire, y miles de millones de puntos de recogida de datos. Todo ello configura un mapa en tres dimensiones que supone más de 100 terabits de información.

El proyecto de Singapur tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible de la isla. A modo de ejemplo, un reciente experimento con el modelo buscaba calcular la cantidad de energía solar podría recoger la ciudad en función de la disposición de sus edificios verticales y el estudio del nivel de insolación que recibe cada tejado y cada fachada. Igualmente, dentro de la meta de bajar la temperatura media del núcleo urbano, el modelo sirve para estudiar cómo cada nueva construcción puede afectar a las rachas de viento y las sombras sobre la superficie.

Para evitar la obsolescencia del modelo, las autoridades de la ciudad mapean la isla entera continuamente, desde el aire cada cinco años, y desde las calles cada dos o tres años, mientras se recogen datos esenciales en todo momento.

Las ciudades gemelas digitales tienen su origen en el concepto de los modelos espejo formulado por el profesor de la Universidad de Michigan Michael Grieves en 2006: erigir modelos digitales en el espacio virtual, que interactúan con entidades físicas, y que describen el ciclo de vida de estas. En 2017, en el seno de la CAICT, la Academia China de la Tecnología de la Información y las Comunicaciones, esta técnica se concibe aplicada por primera vez para la planificación y construcción de las ciudades inteligentes, mediante el diseño de un modelo holográfico que recree virtualmente la urbe de forma que pueda ser analizada en tiempo real, convirtiéndose así en una herramienta de gestión urbana.

Estos modelos virtuales urbanos parten de una red ubicua de recogida de información -mediante el internet de las cosas-, que suministra datos en tiempo real y de forma continua sobre temas como el tráfico, los parámetros medioambientales o las operaciones urbanas, y los sitúa en un mapa virtual. El ejercicio cartográfico permite analizar los problemas de la ciudad, identificando patrones de funcionamiento gracias a los algoritmos de gestión de *big data*, y ofrecer conclusiones y recomendaciones de apoyo a la toma de decisiones de las autoridades. La recreación virtual, en suma, presenta una panorámica completa del ciclo de vida de los servicios de la ciudad física, abriendo la puerta a la optimización de su funcionamiento y a promover un desarrollo económico sostenible.

Las ciudades gemelas digitales tienen su origen en el concepto de los modelos espejo formulado por el profesor de la Universidad de Michigan Michael Grieves en 2006: erigir modelos digitales en el espacio virtual, que interactúan con entidades físicas, y que describen el ciclo de vida de estas

A través del gemelo digital de un núcleo urbano se pueden realizar simulaciones para comprobar cómo se comportará este al cambiar determinados parámetros; qué efectos tendrá aplicar unas u otras políticas. Por ejemplo, al recibir la información al minuto del tráfico en todo el casco urbano, los técnicos pueden probar sobre el modelo virtual la efectividad de redirigir la circulación por unas u otras vías, con el fin de reducir los embotellamientos que se producen de forma recurrente. Igualmente, la modelización permite predecir los efectos de posibles catástrofes naturales y poner en marcha las medidas de prevención oportunas.

Los gemelos digitales urbanos redundan en la mejora de las condiciones de vida de los ciudadanos, y también en el ahorro de costes de las políticas públicas. El Foro Económico Mundial calcula que en 2030 esta

tecnología supondrá ahorros de hasta 280 000 millones de dólares en las inversiones y gastos asociados a la planificación urbana.

Los proyectos en este campo deben estar guiados por la demanda, es decir, por las necesidades de la ciudadanía, y estar centrados en las personas. No tiene sentido llevar a cabo inversiones solamente por una moda tecnológica o por un impulso institucional sin más análisis. Otro tema que hay que tener en cuenta es el de la privacidad y la propiedad de los datos, garantizando en todo momento su protección y que no son vulnerados los derechos individuales de los ciudadanos. Finalmente, la innovación debe ser fruto de una colaboración intersectorial, que implique a las autoridades y los planificadores urbanos, pero también a las empresas tecnológicas, a las universidades y los diseñadores de algoritmos, y a la propia ciudadanía.

Aparte del ejemplo antes citado de Singapur, empiezan a proliferar por todo el mundo las experiencias en este campo, como la llevada a cabo por la organización Orlando Economic Partnership (OEP) para digitalizar en un modelo tridimensional las cuarenta millas cuadradas del caso urbano de dicha ciudad de Florida, en Estados Unidos, con el objeto de estudiar los efectos que las distintas inversiones en infraestructuras generan sobre la vida urbana. Otras experiencias en este sentido están en marcha en Los Angeles, La Vegas, Nueva York y Phoenix.

En Europa también surgen ejemplos en este terreno, como el de Rennes Metropole en Francia, que dispone de un modelo virtual para la mediación con la ciudadanía y para llevar a cabo simulaciones relacionadas con el desarrollo urbano, o los de Rotterdam y Helsinki, que tienen proyectos relacionados con la eficiencia energética y la protección medioambiental. España cuenta con numerosos proyectos relacionados con las *smart cities*, pero en el ámbito de los gemelos virtuales, destaca la iniciativa llevada a cabo en Santander - dentro del proyecto europeo URBANAGE- destinada a anticipar los beneficios, los riesgos y el impacto ante la puesta en funcionamiento de determinadas medidas, teniendo en cuenta especialmente a las personas mayores, y utilizando para ello un gemelo digital urbano. Y, como curiosidad, la calle Don Jaime de Zaragoza cuenta también con su propio gemelo digital -impulsado por el Ayuntamiento y la Fundación Zaragoza Ciudad del Conocimiento (FZC)- para tomar el pulso económico local y plantear actuaciones a corto y medio plazo que mejoren el tejido comercial urbano.

En la era del dato, estas ciudades espejo construidas sobre información se convertirán con toda seguridad en la manera más eficiente de optimizar los resultados de las políticas municipales. Cuantos más elementos conectados a las redes IoT, y más millones de datos en tiempo real recogidos, más fiel será el doble virtual del núcleo urbano. Todo ello combinado con las avanzadas tecnologías de inteligencia artificial, para la gestión del *big data*, con técnicas de mapeo en 3D, y con otras tecnologías emergentes, como blockchain.