



Gemelos digitales

la fusión del mundo físico y virtual

En 2018, los proyectos relacionados con el gemelo digital sumaron más de 3.000 millones de dólares a nivel mundial, con Gartner situando esta tecnología prácticamente en el máximo en su célebre curva de madurez de las tecnologías (esto es, en el momento en el que las expectativas están más infladas, y a partir del cual se comienza a avanzar hacia la madurez productiva de la tecnología). América del Norte y Europa, con volúmenes muy similares, acaparaban prácticamente el 75% del mercado, mientras que la región de Asia-Pacífico empezaba a interesarse también notablemente por este tipo de tecnología. Con esta foto, se preveía que en el intervalo 2020-2025 el crecimiento del mercado del gemelo digital creciera exponencialmente multiplicándose por 10 y con América del Norte, Europa y Asia-Pacífico repartiéndose el 90% de la actividad prácticamente a partes iguales.

Ahora bien, ¿cómo ha afectado la crisis de la Covid-19 a estas expectativas de crecimiento para el gemelo digital? La respuesta es compleja, pero a grandes rasgos podemos decir que ha planteado dos fuerzas contrapuestas. Por un lado, la bajada de la actividad económica en los sectores industriales que más han impulsado su desarrollo en los últimos años va a dificultar a muchas compañías realizar las inversiones que tenían previstas. Sin embargo, por otro lado, se ha acentuado el interés por operar las plantas de manera remota, con las representaciones virtuales de los centros productivos jugando un papel importante en los nuevos modos de operación. Como resultado, incluso considerando los escenarios más pesimistas se sigue esperando esa explosión del mercado del gemelo digital en los próximos 5 años, consecuencia de la llegada de esta tecnología a la afamada meseta de la productividad del modelo de madurez de Gartner.

Definición del gemelo digital

Pero ¿qué es el gemelo digital? Las definiciones disponibles, como la de la propia Gartner o la de la Sociedad Alemana de Ciencias de la Computación, difieren en la forma, pero no en el fondo. El gemelo digital es una réplica de una entidad física, que puede existir o ser creada en el futuro, que se comunica con ella, que se actualiza cuando cambia y que habilita

para actuar sobre la misma, tomando decisiones en base a lo observado en el mundo virtual. Se trata, por tanto, de una tecnología habilitada por la explosión del IoT, de las comunicaciones y de las técnicas de analítica de datos y de inteligencia artificial en general.

La comunicación bidireccional es posiblemente la clave del potencial de esta tecnología, ya que establece una realimentación entre el mundo físico y el virtual que abre la puerta a operar los activos físicos en lo que podríamos llamar un ciclo virtuoso de mejora. Los gemelos digitales, de hecho, tienen la vocación de integrar a escala masiva datos generados por la entidad física para poder mejorarla en base a procesos virtuales sobre los mismos. Por otro lado, la comunicación bidireccional también marca una frontera muy clara entre lo que es y lo que no puede considerarse un gemelo digital: si no hay un canal de comunicación claramente establecido desde el mundo virtual al físico (este suele faltar más que el recíproco), no tendremos todo el potencial de la tecnología plenamente habilitado. Podremos hablar entonces de modelo digital o de sombra digital, que serán también sin duda útiles para múltiples aplicaciones, pero no deberíamos referirnos a estas entidades como gemelos digitales.

Círculo virtuoso

El ciclo virtuoso de mejora del que hablábamos tiene asociado un gran número de beneficios potenciales para las distintas industrias, entre los que



Álvaro López
López, Director
del CICLAB
de la Cátedra
de Industria
Conectada de
Comillas ICAI



podemos mencionar la reducción de costes de operación, la mejora en la capacidad de reconfiguración (resiliencia), el mejor mantenimiento y gestión predictiva de los activos, o la flexibilidad y por tanto la competitividad de diversos sectores industriales. Sin embargo, quizás los beneficios de más valor añadido tengan que ver con la posibilidad de acompañar con sus gemelos digitales a los productos durante todo su ciclo de vida, optimizando desde la fase de diseño al momento de la re-

Ahora bien, no todo son buenas noticias cuando analizamos el gemelo digital. Hay una serie de barreras para su implantación que hacen que, de hecho, haya relativamente pocos ejemplos concretos de implantación a escala de esta tecnología en la industria. Entre estas barreras, podemos destacar el elevado coste potencial



tirada (y por tanto mejorando la sostenibilidad de la economía en su conjunto), y pasando por supuesto por la personalización de los servicios ofrecidos sobre los productos tras su venta.

Respecto a los sectores donde más se ha aplicado el gemelo digital, cabe destacar todos los relacionados con la manufactura, siendo el sector de la automoción el que contaba con la mayor cuota de mercado en 2019. En 2020, la crisis de la Covid-19 ha potenciado el interés del sector de la salud, del farmacéutico y de la Administración en esta tecnología. En el marco de la salud, comienza a tomar fuerza el concepto de gemelo digital humano. Por último, con una presencia ampliamente establecida, podemos destacar todo lo relacionado con la smart city, donde confluyen la industria, las redes energéticas, la movilidad y los edificios inteligentes, y un marco en el que los gemelos digitales, adecuadamente coordinados, están llamados a jugar un papel fundamental.

de su aplicación y los retos asociados a la puesta en marcha de su infraestructura asociada, algo más crítico aun en sistemas que no pueden parar como los que nos encontramos en la mayoría de las industrias. Este problema deriva en una cierta dificultad para definir con claridad la forma de llevar su aplicación a gran escala, lo que se traduce en que los retornos de inversión esperados sean inciertos.

Otro de los grandes escollos para la generalización de esta tecnología tiene que ver con la propiedad del dato y la seguridad. Como hemos dicho, los gemelos digitales se nutren de gran cantidad de datos

diversos de la entidad física a la que representan, lo cual puede plantear importantes problemas jurídicos. Como ejemplo ilustrativo, podemos pensar en la compra de un coche. El usuario adquiere, sin ninguna duda, la entidad física. Sin embargo, no está claro a quién pertenece el gemelo digital de ese coche. En el evento de un accidente, habrá una serie de entidades interesadas en acceder a esos datos, que pueden considerarse privados, para esclarecer qué ha pasado y actuar en consecuencia. Está claro que, hoy en día, queda

como el virtual, y que funcione como un elemento alineador de toda la investigación que se está desarrollando en este ámbito. Desde el lado más técnico, aparecen la coordinación de las entidades virtuales cuando crece su número (como era el caso de la smart city al que hacíamos alusión anteriormente) y la fusión



camino por recorrer en la definición de los modelos de propiedad de los datos contenidos en estas entidades digitales.

Riesgos para su despliegue

Desde el punto de vista de la seguridad, y en un orden más industrial, conviene tener en cuenta que los gemelos digitales hacen acopio de manera natural de una gran cantidad de información sobre la compañía que posea el activo físico en cuestión. El acceso de terceros a estas entidades virtuales podría dejar expuesta esta información, un riesgo que también conforma una barrera para el despliegue del gemelo digital.

Por supuesto, también hay retos técnicos que deben resolverse con investigación y con trabajo de estandarización. Entre ellos, podemos destacar la conveniencia de un modelo unificado general del marco del gemelo digital, que incluya tanto el entorno físico

eficaz de datos heterogéneos como los retos más relevantes. En todo caso, si bien los retos y barreras son importantes, son perfectamente salvables con investigación y con el oportuno aprendizaje de las experiencias obtenidas en proyectos reales de aplicación de esta tecnología. Lo que está claro es que los beneficios potenciales del conjunto de técnicas que abarca el gemelo digital son enormes, y todos los sectores de la economía pueden verse beneficiados por los mismos. Podemos decir, por tanto, que el gemelo digital, bajo esta o la siguiente denominación que le demos, ha venido para quedarse. ■