

El emergente metaverso industrial



Prólogo

«El emergente metaverso industrial» es un reporte de MIT Technology Review Insights patrocinado por Siemens. El reporte se elaboró a partir de entrevistas con especialistas en tecnología, analistas de la industria y académicos de todo el mundo realizadas en septiembre y octubre de 2022. Examina la emergencia del metaverso industrial, sus casos de uso, y los desafíos y oportunidades futuros, así como las repercusiones que tendrá tanto en las empresas como en la vida diaria. Cindy Waxer escribió este reporte, Teresa Elsey lo editó y Nicola Crepaldi lo publicó. La investigación es independiente desde el punto de vista editorial y los puntos de vista expresados son los de MIT Technology Review Insights.

Nos gustaría dar las gracias a las siguientes personas por su tiempo y sus valiosas aportaciones:

Veronika Bienert, CEO de Siemens Financial Services

Ian Fisher, responsable de Product Management Visualization de Siemens Digital Industries Software

Michael Grieves, director ejecutivo y científico jefe del Digital Twin Institute

Annika Hauptvogel, responsable de Technology and Innovation Management de Siemens

Stefan Kögl, director general de Siemensstadt Square

Selim Köklü, responsable de digitalización de Siemens Mobility Turnkey

Danny Lange, vicepresidente sénior de Artificial Intelligence de Unity Technologies

Kevin O'Donovan, copresidente del Industrial Metaverse & Digital Twin Committee de la VR/AR Association

Hemdat Sagi, responsable de estrategia y desarrollo de negocio de Konnect Volkswagen Group

Leslie Shannon, responsable de Trend and Innovation Scouting de Nokia

Landry Signe, director ejecutivo y profesor de la Thunderbird School of Global Management e investigador de la Brookings Institution

Matthias Ziegler, director general de Technology Innovation de Accenture



ÍNDICE

01 Resumen ejecutivo	5
02 Siguiendo capítulo de la industria: el metaverso.....	8
03 El metaverso industrial en acción: casos de uso	10
04 Componentes fundamentales del metaverso industrial: el gemelo digital	12
05 Transformar la experiencia: impacto y valor del metaverso.....	15
Experimentar y mejorar el entorno humano.....	15
Facilitar el lugar de trabajo del futuro	16
La sustentabilidad como objetivo	16
06 Facilitar el emergente metaverso industrial.....	18
07 Conclusión: cultivo de futuros virtuales.....	20
No encerrarse en sí mismo	20
Definir objetivos claros	20
Empoderar a las personas para desarrollar el metaverso industrial....	21
Desarrollar alianzas y ecosistemas fuertes	21

Prólogo

En la actualidad, unas cuantas potentes megatendencias perfilan nuestras vidas y nuestro futuro. Necesitamos proteger los fundamentos mismos de nuestra civilización, reducir las emisiones y el consumo de recursos preciosos, y al mismo tiempo ofrecer nuevas oportunidades para una población mundial en crecimiento y mejorar la vida en ciudades y metrópolis cada vez más grandes. Esto crea un desafío paradójico: debemos crear más con menos recursos, literalmente. Y debemos hacerlo mientras el orden político y económico mundial experimenta enormes cambios.

Afortunadamente, otra megatendencia puede ayudarnos a responder y dar forma a estos desafíos: la digitalización. Y con la vista puesta en el futuro de nuestra economía y sociedad, por digitalización se entiende, por encima de todo, el metaverso industrial.

Muchas personas asocian el término «metaverso» a un colorido mundo virtual dirigido al entretenimiento y las compras. Sin embargo, el metaverso industrial puede revolucionar el mundo real de formas al alcance de pocas tecnologías. En este mundo digital, las máquinas, las fábricas, los edificios, las ciudades, los vehículos y el conjunto de los sistemas de tráfico pueden duplicarse y simularse para poder realizar pruebas virtuales que preserven los recursos. El metaverso industrial ayudará a desarrollar productos sustentables, además de fábricas, edificios y ciudades más eficientes y sustentables. Permitirá democratizar la ingeniería, lo que a su vez ayudará a todo el mundo a innovar sin temer riesgos o altos costos adicionales.

La fusión de los gemelos digitales y sus contrapartes del mundo real permite a las empresas optimizar la producción y los procesos en un bucle continuo de feedback. Esta convergencia del mundo real y del mundo digital cambiará la forma en la que trabajamos y colaboramos, ya que permitirá la interacción en tiempo real con otras personas y máquinas, al igual que ocurre en el mundo real.

Este reporte analiza en profundidad el metaverso industrial, y explica cómo surgirá como evolución y convergencia de tecnologías actuales, como los gemelos digitales, la inteligencia artificial, y la computación en la nube y en el perímetro. Expone los desafíos y las decisiones a los que se enfrentan las sociedades y las empresas para hacer realidad esta visión y crear un metaverso industrial auténticamente sustentable y abierto. La interoperabilidad y unos ecosistemas sólidos son esenciales para construir el metaverso industrial, como también lo son para una digitalización exitosa actualmente.

Este reporte no pretende tener todas las respuestas sobre cómo recorrer correctamente la senda hacia el metaverso industrial, pero brinda una guía valiosa sobre la forma en que las empresas y las sociedades pueden emprender su viaje hacia el futuro. Es un importante punto de partida para entablar conversaciones futuras sobre esta cuestión, porque nos encontramos solo al principio de una evolución que puede transformar completamente nuestro día a día. En este sentido, este reporte es por encima de todo una invitación a analizar cómo podemos perfilar este futuro juntos.

Peter Körte, Chief Technology y Strategy Officer en Siemens



01

Resumen ejecutivo



El metaverso industrial – un sector del metaverso que duplica y simula máquinas, fábricas, ciudades, redes de transporte y otros sistemas altamente complejos y reales – ofrecerá a sus participantes representaciones y simulaciones del mundo real completamente inmersivas, interactivas, persistentes, sincrónicas y en tiempo real.

Las tecnologías actuales y en desarrollo, incluidos los gemelos digitales, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, la realidad extendida, las blockchain y la computación en la nube y el perímetro, serán las bases del metaverso industrial. Estos elementos convergerán para crear una interfaz potente entre el mundo real y el mundo digital que es más grande que la suma de sus partes individuales.

Annika Hauptvogel, responsable de Technology and Innovation Management de Siemens, describe el metaverso industrial como «inmersivo, donde los usuarios se sienten como si estuvieran en un entorno real; colaborativo en tiempo real; lo suficientemente abierto

para que diferentes aplicaciones interactúen perfectamente; y que cuenta con la confianza de las personas y las empresas que participan». Mucho más que un simple mundo digital.

El metaverso industrial revolucionará la forma de trabajar, pero también liberará nuevo valor significativo para empresas y sociedades. Las herramientas del metaverso industrial darán paso a una nueva era en la resolución digital de problemas del mundo real, ya que permitirán a las empresas modelar, crear prototipos y probar docenas, cientos o millones de iteraciones de diseño en tiempo real y en un entorno inmersivo basado en la física antes de comprometer recursos físicos y humanos en un proyecto.

«El mundo real es muy confuso, ruidoso y a veces difícil de entender», comenta Danny Lange, vicepresidente sénior de inteligencia artificial de Unity Technologies, una plataforma líder para crear y desarrollar contenido 3D en tiempo real. «La idea del metaverso industrial es crear una conexión más limpia entre el mundo real y el mundo virtual, porque el mundo virtual es mucho más sencillo y barato para trabajar».

Sectores del metaverso

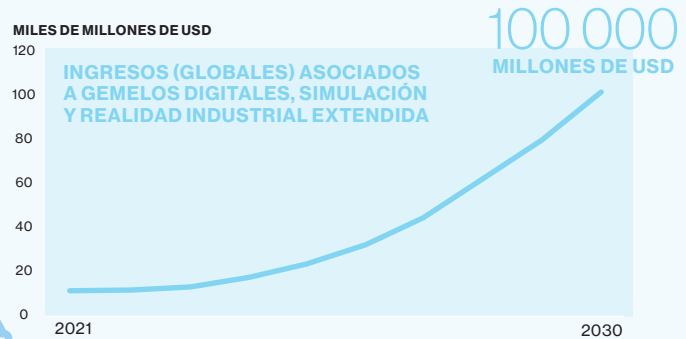
Aunque el metaverso suele representarse como un solo mundo digital que abarca todo, puede dividirse en tres sectores claramente diferenciados: el metaverso industrial, el metaverso empresarial y el metaverso de consumo. El ritmo al que evolucionará cada uno de estos sectores es incierto, pero todos los análisis proyectan un crecimiento rápido del metaverso industrial y sus tecnologías instrumentales en esta década.

Industrial

Simulación de máquinas, fábricas, redes de transporte y otros sistemas complejos que permite resolver problemas del mundo real en la industria y manufactura.



PROYECCIONES DE MERCADO (ABI RESEARCH)



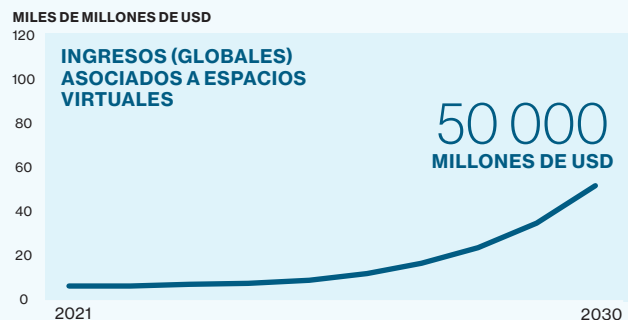
Empresarial

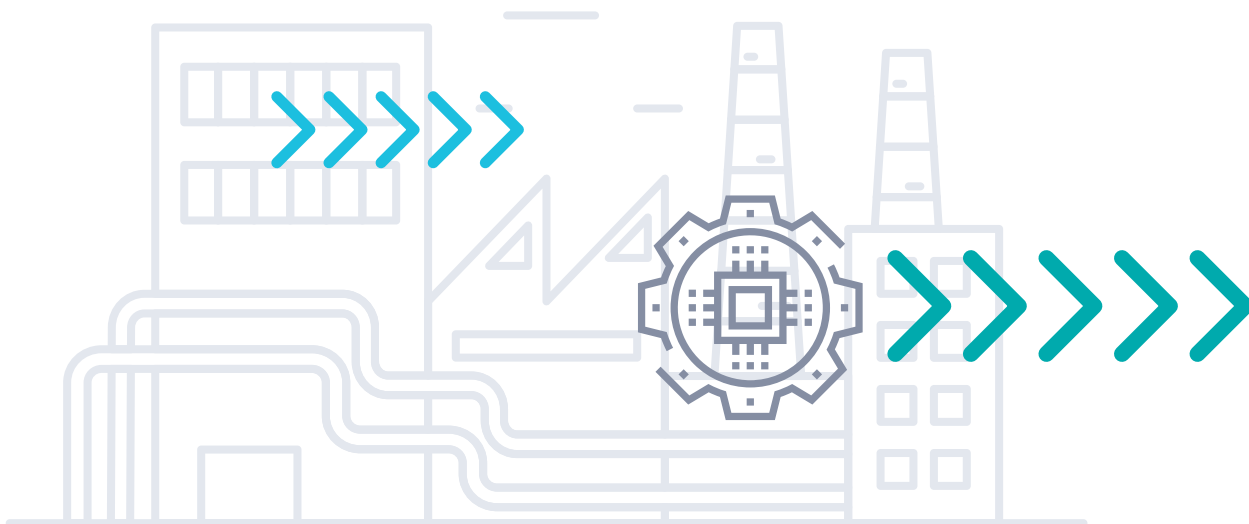
Tecnologías que permiten una colaboración empresarial inmersiva e incluyen herramientas de productividad y espacios de trabajo virtuales.



Consumo

Mundos digitales y espacios inmersivos para comprar, jugar, socializar y entretenerse.





Mientras se siguen desarrollando aplicaciones en la vida real del metaverso de consumo, los casos de uso del metaverso industrial se basan en un propósito, y están bien alineados con los problemas del mundo real y los imperativos empresariales. Las eficiencias de recursos que permiten las soluciones del metaverso industrial pueden aumentar la competitividad empresarial, al tiempo que impulsan de forma continua el progreso hacia los objetivos de sustentabilidad, resiliencia, descarbonización y desmaterialización, esenciales para la prosperidad humana.

Este reporte explora qué hará falta para crear el metaverso industrial, sus posibles impactos en las empresas y la sociedad, los desafíos futuros y los casos de uso innovadores que perfilarán el futuro. Estas son sus principales conclusiones:

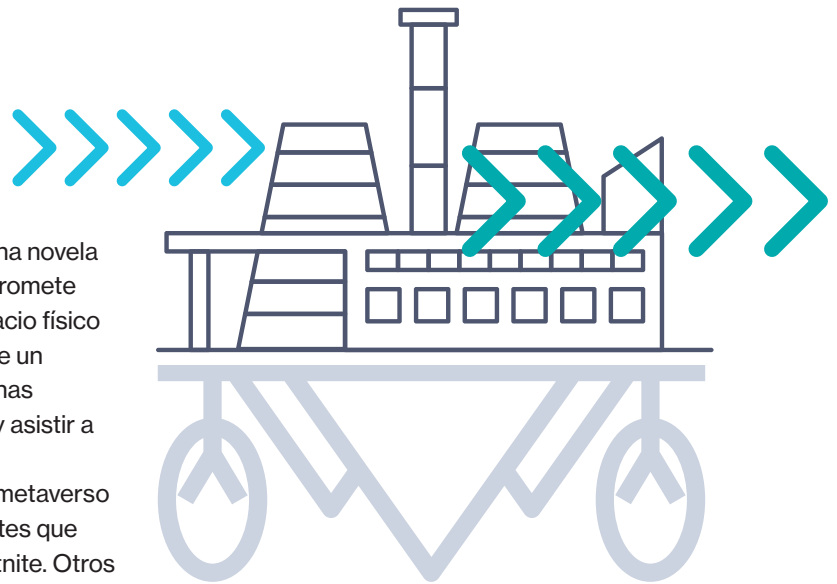
- **El metaverso industrial reunirá el mundo digital y el mundo real.** Permitirá un intercambio constante de información, datos y decisiones, pondrá en manos de las industrias las herramientas necesarias para resolver de forma digital los problemas extraordinariamente complejos del mundo real, cambiará la forma en la que operan las organizaciones y liberará importantes beneficios para la sociedad.
- **El gemelo digital es un componente esencial del metaverso.** Estos modelos virtuales simulan en detalle objetos del mundo real. La siguiente generación de gemelos digitales será fotorrealista, se basará en la física y en la inteligencia artificial, y estará vinculada con ecosistemas del metaverso.
- **El metaverso industrial transformará todas las industrias.** Los gemelos digitales existentes actualmente ilustran la potencia y la capacidad del metaverso industrial para revolucionar el diseño y la ingeniería, las pruebas, las operaciones y la formación.
- **La vida cotidiana cambiará radicalmente.** El metaverso industrial cambiará la forma en la que experimentamos el entorno físico y la forma en la que trabajamos, vivimos, fabricamos productos y viajamos. Nos ayudará a resolver problemas reales y hará nuestro mundo más sustentable.
- **Siguen surgiendo capacidades y ecosistemas clave que permitirán la emergencia del metaverso.** Entre ellas están la conectividad, la potencia computacional, la fidelidad de los gemelos digitales, la interoperabilidad, y la privacidad y la seguridad. Deberán diseñarse y desarrollarse mercados, sistemas de pago y entornos normativos para las herramientas y aplicaciones del metaverso.
- **Las asociaciones serán esenciales.** Dar vida al metaverso industrial requerirá importantes colaboraciones intersectoriales en materia de estándares e infraestructura. Las organizaciones pueden aliarse con proveedores, competidores o clientes para reunir las complejas pilas de tecnología sobre las que asentar la participación en el metaverso. Los distintos actores del metaverso, desde empresas consolidadas hasta startups y desde gobiernos hasta personas entusiastas, aportarán nuevas ideas y voces al metaverso industrial.

02

Siguiente capítulo de la industria: el metaverso

Como extraído de las páginas de una novela de ciencia ficción, el metaverso promete difuminar la frontera entre el espacio físico y el digital mediante la creación de un mundo digital en el que las personas pueden reunirse, comprar y vender productos, y asistir a eventos en un entorno hiperinmersivo e hiperpersonalizado. Algunos aspectos de este metaverso ya existen; piense en las legiones de adolescentes que recorren mundos digitales en el videojuego Fortnite. Otros siguen viviendo en el mundo de la imaginación. Landry Signe, director ejecutivo y profesor de la Thunderbird School of Global Management e investigador de la Brookings Institution, habla de «una red de mundos virtuales interconectados que utilizan una plataforma tridimensional. Los humanos interactuarán con el contenido digital y entre sí para crear un ecosistema, en una fusión de tecnología que difumina la frontera entre el mundo físico, el biológico y el digital».

Pero probablemente el mayor potencial de estos espacios inmersivos e interactivos reside en el metaverso industrial. El metaverso industrial integrará tecnologías existentes – incluidas simulaciones de alta fidelidad, realidad extendida, inteligencia artificial, aprendizaje automático, el Internet de las cosas, blockchain, la nube y las redes 5G/6G – con otras que siguen evolucionando para ofrecer representaciones del mundo real totalmente inmersivas, sincrónicas y en tiempo real.



«Los humanos interactuarán con el contenido digital y entre sí para crear un ecosistema, en una fusión de tecnología que difumina la frontera entre el mundo físico, el biológico y el digital».

Landry Signe, director ejecutivo de la Thunderbird School of Global Management

«De la misma forma que la revolución del teléfono celular cambió la forma en que consumimos medios de comunicación, el metaverso transformará la forma en la que interactuamos con el mundo real y virtual».

Hemdat Sagi, responsable de estrategia y desarrollo de negocio del Konnect Volkswagen Group Innovation Hub

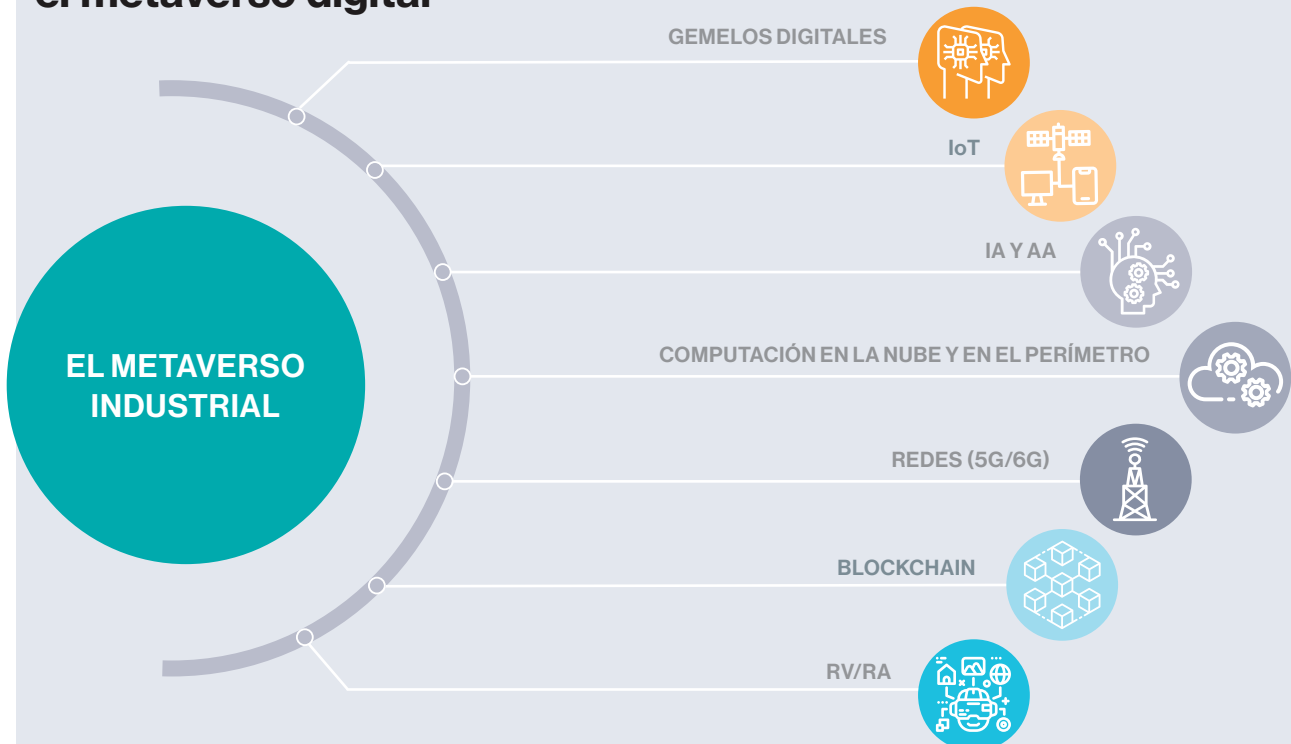
Los analistas definen el alcance de este mercado emergente de forma diferente, pero todos proyectan un rápido crecimiento de la inversión en la tecnología de gemelos digitales, un componente fundamental del metaverso. El valor del mercado global de los gemelos digitales se estimó en 6500 millones de USD en 2021 y se espera que alcance los 125 700 millones de USD en 2030, según Allied Market Research.¹ Gartner ofrece una proyección similar, en la que se espera que el mercado de los gemelos digitales crezca hasta los 183 000 millones de USD en 2031,² y observa que la inversión del capital riesgo en startups dedicadas a gemelos digitales aumentó un 20 % de 2020 a 2021.³

El metaverso industrial anuncia de muchas formas el

siguiente paso en un viaje de décadas de duración hacia la digitalización industrial o Industria 4.0, la cuarta revolución industrial, en la que sistemas autónomos basados en la física y orientados a los datos se integran en todas las instalaciones de producción y en los procesos clave para aumentar la velocidad y la agilidad.

«De la misma forma que la revolución del teléfono celular cambió la forma en la que consumimos medios de comunicación, el metaverso transformará la forma en la que interactuamos con el mundo real y virtual», apunta Hemdat Sagi, responsable de estrategia y desarrollo de negocio del Konnect Volkswagen Group Innovation Hub en Tel Aviv. «A un nivel industrial, esto brindará más flexibilidad para integrar nuevas tecnologías e innovaciones».

La evolución y la convergencia de tecnologías clave facilitarán el metaverso digital



Fuente: Compilado por MIT Technology Review Insights, 2023.

03

El metaverso industrial en acción: casos de uso



El metaverso industrial transformará en gran medida el mercado actual, altamente competitivo. Reflejando y simulando máquinas, fábricas, ciudades y otros sistemas complejos del mundo real en el mundo digital, permitirá a las industrias, desde la automotriz hasta la salud, resolver de forma digital problemas extraordinariamente complejos del mundo real.

Esta nueva fase de la digitalización hará posibles sensores virtuales capaces de predecir fallos en los equipos, camiones autónomos que mejorarán la logística, robots colaborativos que impulsarán la productividad y sofisticadas optimizaciones de la cadena de suministro. Su alcance irá más allá del desarrollo de productos y el mantenimiento de la maquinaria para facilitar la colaboración de las partes interesadas desde cualquier lugar y generar nueva información valiosa para el diseño y la fabricación de productos. «Se puede encontrar un caso de uso en cualquier punto del ciclo de vida industrial y mejorarlo con el metaverso industrial», apunta Ian Fisher, responsable de Product Management Visualization de Siemens Digital Industries Software. Está surgiendo un impresionante conjunto de áreas de aplicación para el metaverso industrial. Muchas de las

nuevas capacidades posibles serán relevantes para una amplia variedad de sectores, desde la fabricación y el transporte hasta los servicios públicos y el desarrollo urbano. Estos son solo algunos ejemplos de casos de uso del metaverso para la industria:

Mejora del diseño y la ingeniería: miembros de equipos de diferentes departamentos, ubicaciones e incluso industrias podrán interactuar con clientes, diseñar nuevos productos y obtener información valiosa en tiempo real en un entorno de colaboración, sin necesidad de viajes costosos, pesados y que consumen muchos recursos, ni de desarrollar varios prototipos físicos. Por otra parte, el metaverso industrial nivela el campo de juego porque permite que equipos distribuidos de distintas disciplinas contribuyan en la misma medida a un proyecto y que todos se conviertan en innovadores sin los riesgos y los costos asociados a los contratiempos del mundo real.

Pruebas y validaciones más amplias: la combinación de entornos fotorrealistas y simulaciones multifísicas permite a las industrias probar una amplia variedad y un gran número de casos, y además entrenar y habilitar sistemas autónomos mediante aprendizaje automático y datos sintéticos. El resultado podría ser el desarrollo de un

«Se puede encontrar un caso de uso en cualquier punto del ciclo de vida industrial y mejorarlo con el metaverso industrial».

Ian Fisher, responsable de Product Management Visualization de Siemens Digital Industries Software

nuevo producto, un diseño más eficiente de nuevas instalaciones o una integración temprana de los principios de la economía circular en los diseños.

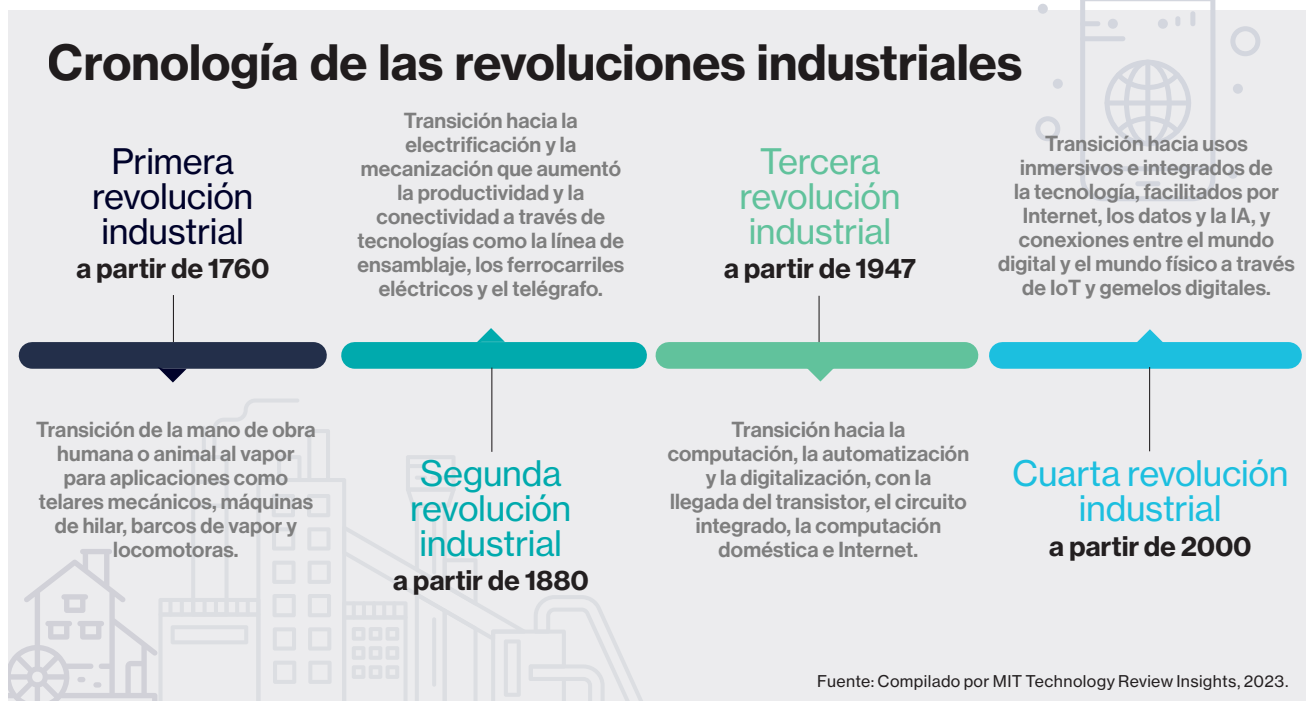
Puesta en servicio virtual: el uso de un modelo virtual de un sistema de fabricación puede aumentar la resiliencia y ayudar a detectar y corregir en una fase temprana errores en el diseño y el software sin interrumpir el funcionamiento de las líneas de producción ni malgastar recursos físicos.

Operaciones mejoradas: simular una fábrica u otro lugar de trabajo permite a los miembros de los equipos recopilar datos en un mundo digital, una información que se puede utilizar para facilitar una amplia gama de casos de uso basados en IA, como la planificación de fábricas virtuales, robots autónomos, mantenimiento predictivo y análisis del big data. Por otra parte, las representaciones inmersivas y en tiempo real ayudarán a los trabajadores de primera línea y mejorarán la eficiencia de sus operaciones en el mundo real.

Acceso a talento y formación: en el ajustado mercado

laboral actual, las organizaciones no pueden permitirse perder talento debido a una falta de acceso a formación y desarrollo profesional. La buena noticia es que «las oportunidades que ofrece el metaverso para mejorar las habilidades y proporcionar formación son bastante únicas», apunta Signe. Esto se debe a que el metaverso puede ofrecer a los empleados acceso remoto a habilidades de experto y módulos de formación virtual con independencia de su ubicación física. En el futuro, estas tecnologías podrán ayudar a reducir la falta de mano de obra en una sociedad que está envejeciendo.

En el metaverso industrial, los gemelos digitales de próxima generación representarán todo, desde plantas de fabricación completas y redes de transporte hasta ciudades cada vez más grandes y sistemas humanos de gran complejidad. La interconexión del mundo físico y el mundo digital permitirá al metaverso industrial no solo cambiar la forma en la que operan las organizaciones y trabajan los empleados, sino también liberar importantes beneficios para la sociedad impulsando la sustentabilidad y mejorando la vida humana de distintas formas.

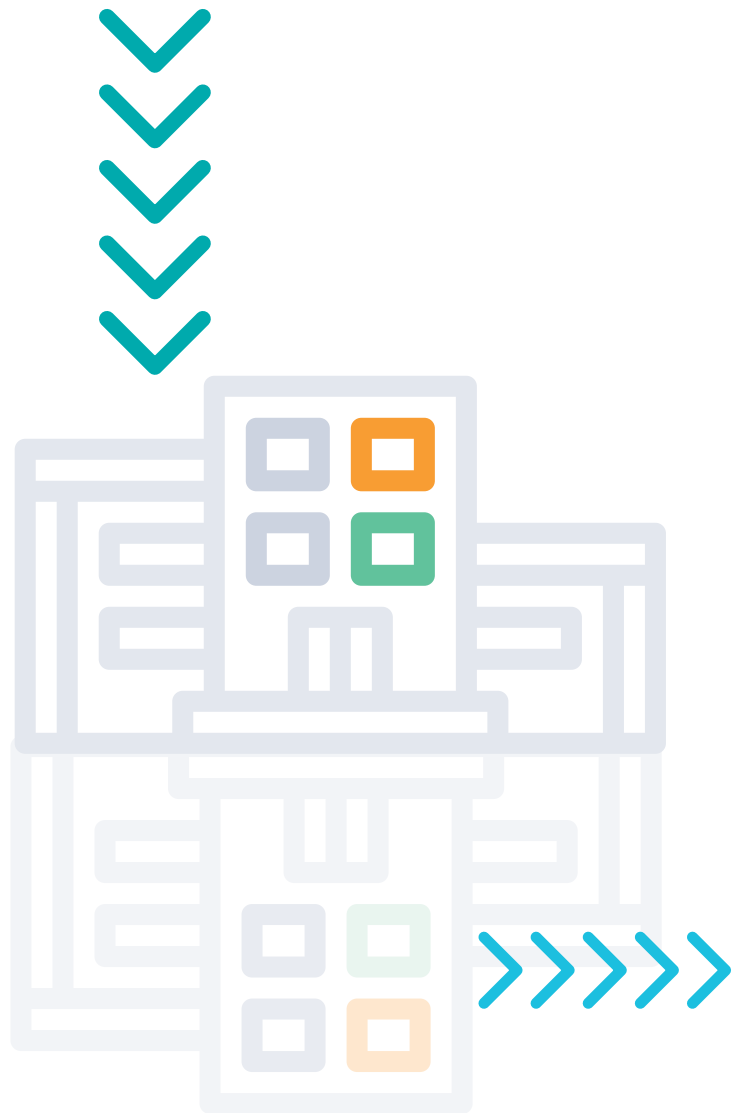


04

Componentes fundamentales del metaverso industrial: el gemelo digital

En el centro del metaverso industrial estará el gemelo digital, un modelo virtual diseñado para reflejar con precisión un objeto del mundo real. Un gemelo digital integra todos los datos de un objeto físico durante el ciclo completo de vida de dicho objeto. De hecho, los gemelos digitales pueden simular objetos con un nivel de detalle tal que imitan cada aspecto de un objeto como si fuera real.

Y mientras se siguen sentando las bases del metaverso industrial, los gemelos digitales ya están transformando la forma en la que trabajamos. Siemens, por ejemplo, utilizó tecnología de gemelo digital para planificar y simular la construcción de una fábrica de 73 000 metros cuadrados en Nankín (China). La combinación de datos de la fábrica, datos de la línea de producción, datos de desempeño e información del edificio permitió a Siemens probar y validar el desempeño y la eficiencia de las instalaciones antes de colocar un solo ladrillo. El gemelo digital se utiliza actualmente para optimizar la producción: la nueva fábrica presume de una productividad hasta un 20 % mayor que la de las fábricas convencionales, una flexibilidad del volumen de fabricación hasta un 30 % más alta y una eficiencia espacial hasta un 40 % mayor.



«En realidad, crear una versión digital de un objeto físico es solo el principio».

Danny Lange, vicepresidente sénior de Artificial Intelligence de Unity Technologies

Perseverance, el robot enviado por la NASA a Marte, es otro producto de la tecnología de gemelo digital. Antes de lanzar el vehículo de exploración espacial a la atmósfera de Marte a más de 19 000 km por hora, la NASA creó un gemelo digital del vehículo y lo utilizó para detectar cualquier problema con su diseño conceptual y anticipar cualquier cuestión que pudiera impedir que el robot aterrizara de forma segura en Marte.

A pesar de todas las ventajas que conlleva construir un gemelo digital que se comporte exactamente igual a como lo haría el objeto digital, todavía existe margen para la innovación. «En realidad, crear una versión digital de un objeto físico es solo el principio», señala Lange.

Los gemelos digitales permitirán a los equipos examinar escenarios hipotéticos y realizar simulaciones para generar información más rica y granular al servicio de casos empresariales más sofisticados. Se podrían entrenar vehículos autónomos en entornos fotorrealistas simulados y, después, durante su uso, recopilar datos del mundo real para mejorar su modelo de entrenamiento inicial.

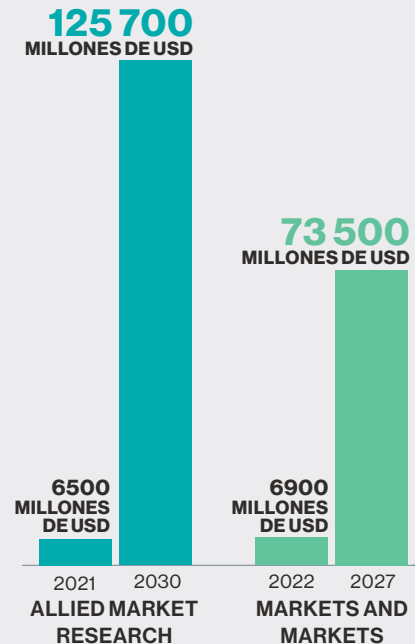
Lange ofrece el ejemplo hipotético de un vehículo autónomo que «envía continuamente datos de sensores a un gemelo digital, mientras el gemelo digital analiza, aprende y mejora constantemente a partir de esos datos, y envía actualizaciones al mundo físico».

Otro avance en la tecnología de gemelo digital será la creación de gemelos digitales rápidos, fotorrealistas y basados en la física, lo que proporcionará una experiencia más inmersiva a los participantes y les brindará feedback en tiempo real de sus interacciones con recursos digitales u otros participantes. Mientras trabajan en un mundo digital exactamente igual al real, los participantes tendrán la confianza necesaria para tomar decisiones rápidas.

Y finalmente, vincular varios gemelos digitales en un único entorno permitirá a las empresas desarrollar la columna vertebral del metaverso industrial. Capgemini ha denominado esta nueva fase, que incluye colaboración entre personas, gemelos digitales y entornos simulados, el «Internet de los gemelos»⁴. Esta interconexión de docenas de gemelos digitales permitirá a las empresas simular relaciones complejas entre diferentes objetos, lo que salvará la distancia entre lo digital y lo físico, y creará el metaverso industrial en el proceso.

Grandes perspectivas para el mercado global del gemelo digital

Dos firmas de investigación proyectan un crecimiento masivo del mercado del gemelo digital esta década.



Fuente: Compilado por MIT Technology Review Insights, a partir de los datos de Allied Market Research y Markets and Markets, 2022.

Los gemelos digitales reducen los costos y el tiempo de comercialización

Según McKinsey, los gemelos digitales permitirán



Fuente: Compilado por MIT Technology Review Insights, a partir de los datos de «Digital twins: The foundation of the enterprise metaverse», McKinsey, 2022.

Aplicaciones del gemelo digital

Los estudios de caso de Siemens de gemelos digitales en uso demuestran el potencial de combinar el mundo real y el mundo digital.



LA MÁQUINA Heller es un productor líder de máquinas de CNC que recurrió a la tecnología de gemelo digital ejecutable para mejorar aún más la eficiencia de sus máquinas. «Necesitaban una solución para identificar posibles desalineaciones de las herramientas que fuera compatible con los centros actuales», explica Hauptvogel, «y el gemelo digital ejecutable de Siemens respondió a sus necesidades». Con esta solución, Heller fue capaz de detectar hasta 20 micrones de desalineación en menos de 400 milisegundos, sin necesidad de hardware adicional. Esto permitió a Heller mejorar espectacularmente la eficiencia de su cambiador automático de herramientas y limitar las vibraciones en la máquina.



EL FERROCARRIL Siemens Mobility está creando un gemelo digital para la construcción de una red de alta velocidad de 2000 kilómetros en Egipto, que resulta posible gracias a la integración de datos de extremo a extremo en todo el proyecto. Hasta 300 participantes en el proyecto utilizarán este gemelo digital. «Les permitirá, por ejemplo, identificar y rastrear el impacto de los cambios técnicos, monitorizar la implementación y automatizar reportes, lo que ayudará a detectar errores antes de que afecten al proyecto», apunta Selim Köklü, responsable de digitalización de Siemens Mobility Turnkey. En el futuro, las previsiones basadas en IA simuladas en el gemelo digital podrán proporcionar perspectivas adicionales para el control de proyectos.



LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN Unilever, un fabricante global de productos de cuidado personal, necesita frecuentemente probar y producir nuevas botellas para productos nuevos o actualizados, a menudo con distintos diseños en función de los diferentes mercados. Sin embargo, cambiar las líneas de producción para adaptarlas a estos nuevos diseños es un proceso pesado y costoso, especialmente a la hora de probar pequeños lotes. El uso de gemelos digitales de los nuevos productos y la maquinaria permite a Unilever identificar rápidamente las modificaciones que necesitan las piezas y fabricarlas mediante impresión 3D en cuestión de horas. Así se agilizó en gran medida el proceso y el tiempo de comercialización del producto pasó de nueve a cinco meses, y además los gastos de capital se redujeron en un 70 %.



EL PAISAJE URBANO Desarrollada con Siemens para la Expo 2020 de Dubái, la app Smart City se diseñó para monitorizar y administrar el recinto de la Expo de Dubái digitalizado y conectado, que abarcaba más de 130 edificios. La app se basa en un gemelo digital alimentado con datos en tiempo real. La app Smart City recopiló, monitorizó, correlacionó y analizó datos sobre energía, consumo de agua y calidad del aire, por ejemplo, procedentes de sensores instalados en más de 200 000 puntos de datos, y al mismo tiempo los hacía accesibles en tiempo real. Los usuarios de la app podían caminar virtualmente por las instalaciones de la Expo y visitar las áreas conectadas en una experiencia de RA/RV.

05

Transformar la experiencia: impacto y valor del metaverso



No cabe duda de que el metaverso industrial redefinirá la economía. Al igual que ocurrió con Internet, transformará radicalmente la experiencia diaria de las personas de todo el mundo. Se espera que el metaverso industrial afecte en gran medida a cómo experimentamos el entorno físico, a cómo trabajamos y a cómo afectan al planeta nuestras actividades.

Experimentar y mejorar el entorno humano

En 2022, Google Maps introdujo Immersive View, una función que integra miles de millones de Street Views e imágenes aéreas para crear un gemelo digital visual del mundo. Aprovechando los avances en visión por computadora e inteligencia artificial, Immersive View proporciona a los usuarios una vista multidimensional de un área, como una ciudad o un punto de referencia popular, junto con detalles esenciales, incluidos pronósticos meteorológicos e información del tráfico, lo que altera la experiencia que los usuarios tienen del mundo físico.

Los avances en el metaverso industrial afectarán incluso a las calles por las que caminamos y a los servicios públicos de los que dependemos. El proyecto de desarrollo Siemensstadt Square de Berlín, por ejemplo, aspira a convertirse en un área industrial cerrada de 76 hectáreas en un distrito urbano futurista y neutro en carbono en 2030. Para monitorizar y optimizar su desarrollo y operaciones, un ecosistema único de gemelos digitales recopila y combina datos estáticos y dinámicos sobre sus espacios abiertos, edificios, infraestructura, energía y transporte.

Sustentabilidad de los edificios

Los gemelos digitales pueden usarse para...

REDUCIR LAS EMISIONES DE UN EDIFICIO EN UN

50 %

MEJORAR LA EFICIENCIA DE LAS OPERACIONES DE UN EDIFICIO EN UN

35 %

AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD HUMANA EN DICHS EDIFICIOS EN UN

20 %

Fuente: Compilado por MIT Technology Review Insights, a partir de los datos de «Metaverse: Could creating a virtual world build a more sustainable one?» EY, 2022.

La integración adicional de los gemelos digitales del distrito en un metaverso inmersivo permitirá que estos datos resulten más intuitivamente accesibles para los usuarios y creará un entorno de colaboración que ampliará el espacio físico tal como lo conocemos. «Los modelos de datos son la base necesaria para abordar los desafíos ecológicos y económicos de las ciudades, tanto ahora como en el futuro», indica Stefan Kögl, director general de Siemensstadt Square. «Los gemelos digitales son la columna vertebral para conseguir este objetivo y el metaverso convertirá esta multitud de datos superpuestos en información transparente y útil en tiempo real. El resultado será una colaboración ampliada más allá de las fronteras espaciales que hoy ni siquiera podemos imaginar».

Facilitar el entorno de trabajo del futuro

Los casos de uso del metaverso futuro pueden transformar la experiencia del cliente. Sagi describe una época en la que «los clientes serán capaces de elegir y comprar un automóvil visitando un concesionario virtual», en el que completarán la compra, la prueba de manejo, la selección de prestaciones y la financiación sin salir de casa.

Más allá de los concesionarios virtuales de automóviles, el metaverso también transformará el lugar de trabajo. La pandemia de la COVID-19 precipitó un importante cambio en la forma en la que los empleados trabajan gracias a la popularización de las conferencias web y a que los ocupantes de las oficinas se convirtieron en teletrabajadores. Sin embargo, para Fisher aún no se ha respondido a esta pregunta: «¿Cómo lograr que las personas trabajen juntas virtualmente de manera que puedan disfrutar de experiencias inmersivas reales sin tener que viajar?». Agrega que «Ese será uno de los cambios que observaremos con el metaverso, personas que trabajan de forma mucho más estrecha pero sin tener que viajar necesariamente».

Es más, el metaverso industrial aumentará los tipos de trabajo que pueden realizarse desde cualquier lugar, lo que contribuirá a disociar el empleo de la geografía y a crear la posibilidad de «trabajar desde casa» en el caso de ocupaciones que requieren actualmente una interacción personal o una infraestructura física. Al mismo tiempo, el metaverso industrial cambiará el cálculo de las empresas a la hora de decidir dónde construir nuevas instalaciones.

La seguridad del lugar de trabajo también cambiará radicalmente: imagine lo que supondría formar a ingenieros sobre el mantenimiento de maquinaria peligrosa o ayudar a un equipo de campo a solucionar cuestiones potencialmente peligrosas para la vida en un mundo digital seguro e inmersivo. Detectar peligros potenciales, por ejemplo, en el caso de incendios o lesiones, es también más intuitivo cuando se puede ver y experimentar realmente el entorno.

Por otra parte, el metaverso será un centro de pruebas para la experimentación: «Las empresas necesitan demostrar que pueden hacer algo realmente seguro antes de introducir una carretilla elevadora en el almacén o poner un vehículo

autónomo en la carretera», apunta Lange. «¿Es realmente posible hacerlo en el metaverso? Existen numerosos usuarios en ese espacio que están probando estos escenarios e intentando ver si logran completar bien su trabajo en un mundo digital».

Según Matthias Ziegler, director general de Technology Innovation de Accenture, la capacidad de estos mundos digitales para capturar la naturaleza personal de las interacciones físicas tendrá un gran impacto. «Si entras en una sala y puedes escuchar a una persona cerca de ti, y saber si está detrás o delante de ti, eso crea una experiencia mucho más inmersiva que ofrece a los humanos las pistas que necesitan para desarrollar confianza e interactuar de forma más natural entre sí en un entorno virtual», explica.

La sustentabilidad como objetivo

Un metaverso energéticamente eficiente y basado en fuentes renovables podrá ayudar a acelerar la transición hacia la sustentabilidad, porque empoderará a las empresas para aprovechar el poder de los datos.

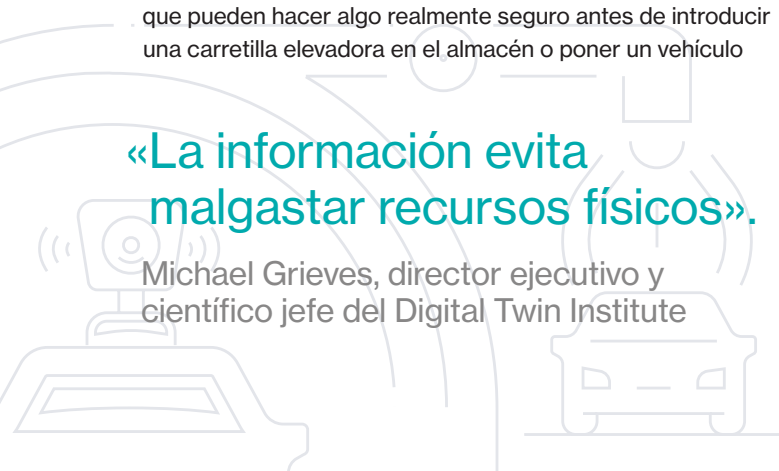
Los gemelos digitales pueden hacer que los proyectos de construcción sean mucho más eficientes en materia de recursos, tanto durante el proceso de construcción como a lo largo de la vida del edificio. Por ejemplo, recopilar datos generados en un mundo digital y realizar cambios estructurales en el gemelo digital de una fábrica sobre la base de esta información permitirá a una organización ahorrar recursos y materiales, así como minimizar el impacto medioambiental de una instalación, incluso antes de que comience la construcción. Asimismo, los fabricantes pueden integrar datos entre ingeniería, fabricación y servicios en tiempo real para que las operaciones se desarrollen de forma más eficiente y sustentable.

«La información evita malgastar recursos físicos», explica Michael Grieves, director ejecutivo y científico jefe del Digital Twin Institute. Los mundos digitales pueden guiar a las personas a la hora de utilizar los recursos de forma óptima, y también pueden catalizar cambios adicionales dirigidos a la desmaterialización, sustituyendo lo que antes eran productos físicos por objetos o servicios digitales.

Los consumidores pueden aumentar sus propias contribuciones a la sustentabilidad probando y validando los productos y servicios que desean comprar en un mundo digital, o incluso reemplazarlos completamente por equivalentes digitales. «Antes de comprar algo, pueden examinarlo y comprobar si es adecuado para ellos», indica Lange. «Como sociedad, seremos mucho más eficientes y reduciremos los residuos».

«La información evita malgastar recursos físicos».

Michael Grieves, director ejecutivo y científico jefe del Digital Twin Institute



Un impacto clave: facilitar la sustentabilidad

Las estadísticas son abrumadoras: se espera que la población mundial pase de los 8000 millones actuales a más de 9000 millones en 2050, con el consiguiente aumento de la demanda de energía, agua potable y otros recursos.⁵ Para fomentar la prosperidad humana en el futuro, la forma en que vivimos deberá cambiar.

La industria es uno de los principales responsables de nuestra producción actual de emisiones de carbono y residuos, y el metaverso puede jugar un papel importante en la creación de un mundo más sustentable aumentando la eficiencia de los procesos industriales. El metaverso industrial se basa en datos infinitamente disponibles en lugar de en combustibles fósiles y recursos naturales, y eso le permite también ayudar a acelerar la transición hacia cero emisiones netas y hacia una mayor eficiencia de los recursos.

Sin embargo, la potencia computacional que alimenta las tecnologías del metaverso requiere importantes cantidades de energía. Garantizar que respondemos a esta demanda de una manera sustentable es un desafío que no puede ignorarse ni subestimarse, y los participantes del ecosistema deberán ser totalmente transparentes en su contabilidad energética para demostrar su impacto.

Estas son algunas formas en las que el metaverso industrial puede contribuir a la sustentabilidad:

- El metaverso industrial **podría ayudar en la transición hacia un menor uso de materiales no reciclables y daños para el medio ambiente** mediante la reducción de los residuos físicos en la construcción y la producción industrial. También tiene el potencial de impulsar un cambio sustancial hacia modelos de negocio capaces de reemplazar la producción y la administración del ciclo de vida de los objetos físicos por servicios y activos digitales.
- Los gemelos digitales **podrían facilitar una toma de decisiones más inteligente y rápida en la vida real**, y optimizar así los procesos para reducir los costos. Estos procesos simplificados, y la capacidad de ajustarlos continuamente sobre la base de feedback en tiempo real, se traducirán en una reducción sustancial del gasto de recursos físicos y energéticos.
- La experimentación es un precursor de la innovación, pero puede resultar costosa y consumir muchos recursos. Por el contrario, en el mundo digital **las organizaciones pueden experimentar con nuevos materiales y procesos sin usar ningún recurso físico**. Esto se puede aplicar a la propia sustentabilidad, con nuevas ideas para biomateriales, aerogeneradores más eficientes y vehículos eléctricos comercializados de forma más rápida y fácil para mejorar la sustentabilidad. También se pueden desarrollar nuevos productos desde el principio de una forma que tenga en cuenta su ciclo de vida completo e incentive la reutilización y el reaprovechamiento.
- Es imprescindible pasar de fuentes de energía basadas en combustibles fósiles a electricidad verde. El metaverso industrial **podría ser un factor clave para reducir la demanda de algunos de los usos de energía más onerosos en términos de GEI**, como el transporte y los sistemas de calefacción y refrigeración, mediante una organización más eficiente de los sistemas de transporte, el aumento de la eficiencia energética de los edificios y la optimización de los procesos industriales.

El potencial del metaverso industrial para ayudar a la humanidad a resolver el problema de la sustentabilidad es grande. Según un estudio de Accenture, en su nivel de sofisticación técnica actual, los gemelos digitales podrían ahorrar 7,5 gigatoneladas de CO₂ en todo el mundo en 10 años.⁶



06

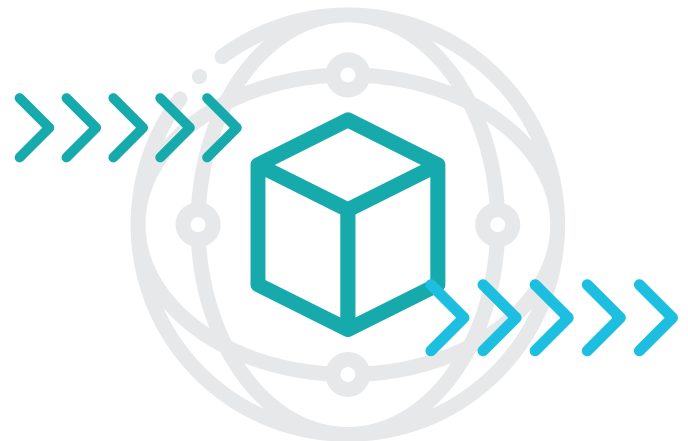
Facilitar el emergente metaverso industrial

Si bien los componentes fundamentales son evidentes, y ya están demostrando su valor, las capacidades clave necesarias para convertir el metaverso industrial en algo verdaderamente inmersivo, persistente y capaz de proporcionar feedback en tiempo real aún están surgiendo.

Conectividad: según Hauptvogel, para convertirse en una entidad coherente que eleve la interacción y la colaboración del Internet de las cosas al siguiente nivel, el metaverso industrial necesita no solo el hardware y el software adecuados, sino también el tejido conectivo correcto.

Según Hauptvogel, los componentes clave del metaverso incluyen «un gemelo digital, inteligencia artificial y datos en tiempo real para su transferencia a un aplicación virtual». Agrega que «También se necesitan soluciones de conectividad, como 5G o 6G. La computación en el perímetro también es necesaria, así como las blockchain, porque el entorno debe ser seguro. Todas estas tecnologías existen. Lo complicado es reunir las y conectarlas».

Potencia computacional: otro desafío consiste en adquirir la infraestructura computacional necesaria para potenciar experiencias inmersivas en tiempo real. «Se necesita una cantidad masiva de capacidad computacional para hacer posible el metaverso industrial», indica Grieves. Afortunadamente, señala, «se están registrando enormes avances en las capacidades que nos permitirán contar con una tremenda potencia computacional. Cuando trabajé en la primera supercomputadora, tenía una



capacidad de 25 megaflops. Oak Ridge National Lab instaló recientemente una supercomputadora con 40 000 millones de veces esa capacidad de procesamiento: el mundo está cambiando de forma espectacular».

Fidelidad del gemelo digital: las industrias también deben buscar formas de crear y validar modelos de fidelidad extremadamente alta. Para disponer de capacidades predictivas confiables, los gemelos digitales deben comportarse exactamente igual que sus contrapartes del mundo real: «Conseguir que todos los aspectos físicos sean correctos es muy importante», indica Grieves. Las organizaciones también deben capturar todos los datos relativos a la contraparte física de su gemelo digital, e incorporar la información del mundo real en tiempo real. Köklü agrega que «Un modelo 3-D completo y con muy buen aspecto no es un gemelo digital. Lo importante son los datos en los que se apoya. Si se trata de la pieza de un equipo de infraestructura, necesitamos saber cuál es su número de serie.Cuál es su función. Cómo se integra en el resto de recursos. Qué procesos dependen de ella. Porque, si no, solo tendremos ilustraciones de marketing para un catálogo».

«Todas estas tecnologías existen. Lo complicado es reunir las y conectarlas».

Annika Hauptvogel, responsable de Technology and Innovation Management de Siemens

Interoperabilidad: para que las empresas desarrollen y cultiven el metaverso industrial necesitarán soluciones abiertas e interoperativas que permitan una colaboración fluida, en tiempo real y simultánea. Esto requiere, entre otras cosas, API abiertas, formatos de datos compatibles y protocolos, como la suite actual de protocolos de Internet. El objetivo es integrar el metaverso industrial utilizando un lenguaje común. Esto permitirá a los usuarios conectar sus gemelos digitales a docenas, incluso cientos de otros más, con un sencillo proceso de arrastrar y soltar.

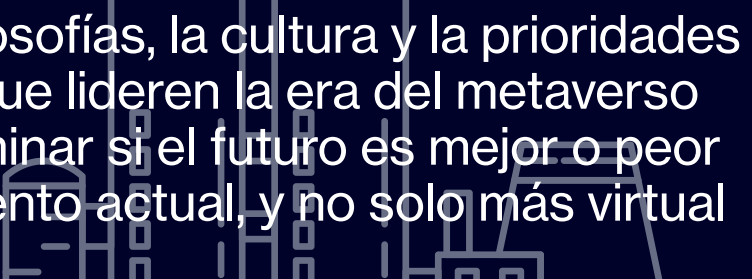
Este objetivo no resulta sencillo cuando la mayor parte de los gemelos digitales actuales se crean a medida, a través de un largo y complicado proceso de diseño y desarrollo. Sin embargo, con ayuda de plataformas estándar y sistemas interoperativos y abiertos, las industrias serán capaces de conectar sus gemelos digitales con los gemelos digitales de sus partners y proveedores, y crear ecosistemas de mayor tamaño capaces de generar conocimientos más profundos. Las empresas de pequeño y mediano tamaño también se beneficiarán de la interoperabilidad y la estandarización, ya que impulsará el desarrollo de soluciones plug-and-play menos caras capaces de acelerar la participación en el metaverso.

La próxima economía: el metaverso industrial también requerirá y creará nuevas formas de hacer negocios. «Uno de los componentes más importantes del metaverso industrial es ser confiable para las personas y las empresas que participan en el metaverso», señala Hauptvogel. La normativa adecuada debe garantizar y fomentar la colaboración y la interoperabilidad, y al mismo tiempo abordar los problemas de privacidad y seguridad, y proteger la propiedad intelectual de los activos digitales. En este sentido, Signe avisa de que «tanto los legisladores

como los líderes empresariales deben ser firmes en cuanto al futuro que desean crear con el metaverso».

Las blockchain puede ser un elemento clave del metaverso a la hora de garantizar una mayor seguridad y privacidad. Según Ziegler, las tecnologías de identidad digital de las blockchain pueden ayudar a las industrias a entender mejor «con quién están interactuando, tanto como empresa que desea vender sus servicios y productos a un humano, o en las interacciones entre diferentes máquinas y componentes digitales». Por otra parte, los tokens no fungibles (NFT) basados en tecnología de blockchain pueden proporcionar una forma de demostrar la existencia, autenticidad y propiedad del contenido y los recursos del metaverso industrial. Esto permitirá la creación de valor a lo largo del ciclo de vida de los activos digitales, y la aparición de nuevos modelos de negocio, como trading basado en gemelos digitales.

Un elemento facilitador clave serán las plataformas y los mercados digitales que ofrecen a las empresas de todos los tamaños acceso a soluciones de metaverso completas, abiertas y flexibles. El desarrollo de nuevas herramientas financieras diseñadas específicamente para el mundo digital será igualmente importante. «Muchas veces, descubrimos que la tecnología no es lo que impide a las empresas transformarse a una velocidad lo suficientemente rápida», comenta Veronika Bienert, CEO de Siemens Financial Services. «Son a menudo las barreras financieras las que impiden en gran medida el progreso». Proporcionar los productos financieros necesarios, y hacerlo a escala, requerirá una combinación de conocimientos financieros y tecnológicos, además de cooperación entre instituciones financieras, desarrolladores de máquinas, clientes finales, y partners de tecnología y servicios de todo el ecosistema.



«Por lo tanto, las filosofías, la cultura y la prioridades de las empresas que lideren la era del metaverso ayudarán a determinar si el futuro es mejor o peor que nuestro momento actual, y no solo más virtual o remunerativo».

Matthew Ball, en *The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything*

07

Conclusión: cultivo de futuros virtuales

A pesar de estos desafíos, nadie discute que el metaverso industrial está a punto de hacer su aparición. «Llegó el momento de que el metaverso despegue y se produzca el avance para el que trabajamos estos últimos años», apunta Ziegler.

«El metaverso industrial es simplemente la consecuencia de nuestra próxima fase de digitalización», indica Kevin O'Donovan, copresidente del Industrial Metaverse and Digital Twin Committee de la VR/AR Association. «No lo ignore como si se tratara de una moda más», afirma. «Necesita tener un plan». Mientras las organizaciones reaccionan al desafío, una serie de recomendaciones ayudarán a las primeras que adopten el metaverso a cosechar los beneficios.

No encerrarse en sí mismo

La interoperabilidad y la apertura de las soluciones digitales son requisitos previos básicos para desarrollar y participar en el metaverso industrial, pero también para una digitalización exitosa actualmente. Cuando las empresas intentan bloquear a otras, solo se encierran en sí mismas. Sin embargo, Ziegler apunta que «seguimos observando una gran cantidad de entornos y enfoques aislados. Existe una falta de interfaces e interoperabilidad, incluso una falta de estándares».

Afortunadamente, algunas entidades están dando pasos significativos hacia el establecimiento de estándares y protocolos universales para participar en el metaverso. El Metaverse Standards Forum, por ejemplo, tiene como objetivo «fomentar los estándares de interoperabilidad para un metaverso abierto» impulsando la colaboración entre organizaciones de estándares y empresas. El

«Llegó el momento de que el metaverso despegue y se produzca el avance para el que trabajamos estos últimos años».

Matthias Ziegler, director general de Technology Innovation de Accenture

Foro Económico Mundial también trabaja para fomentar la colaboración entre partes interesadas clave para «desarrollar el metaverso de una forma abierta e integrada».

Aunque resulta complicado, establecer estándares abiertos y garantizar la interoperabilidad del metaverso brinda a las organizaciones una excelente oportunidad para provocar cambios tecnológicos y sociales importantes. «Los legisladores tienen la oportunidad única de aprender de desarrollos tecnológicos previos e innovaciones disruptivas para mejorar el mundo y el metaverso, y crear el mundo que deseamos», señala Signe.

Definir objetivos claros

Incluso en el entorno actual caracterizado por la falta de estándares universales, las organizaciones deben decidir cómo desarrollar e implementar una clara estrategia del metaverso industrial. Esto incluye, por ejemplo, invertir en la tecnología subyacente, incluidos hardware del perímetro, redes industriales 5G, tecnologías de gemelo digital, e inteligencia artificial y aprendizaje automático, o aliarse con un proveedor de aplicaciones o servicios del metaverso. Las organizaciones también deben determinar una proposición de valor o un caso de uso

para sus iniciativas del metaverso industrial. Como ocurre con cualquier tecnología emergente, el metaverso y su potencial para revolucionar la forma en la que funcionan las empresas y viven las personas están en boca de todos. Trabajando dentro de los límites de un objetivo claro, como la minimización de los residuos o la aceleración de los ciclos de desarrollo de productos, Grieves señala que las organizaciones pueden desarrollar «una comprensión de lo que es real, de lo que no es real y de lo que es publicidad» en relación con el metaverso industrial.

Empoderar a las personas para desarrollar el metaverso industrial

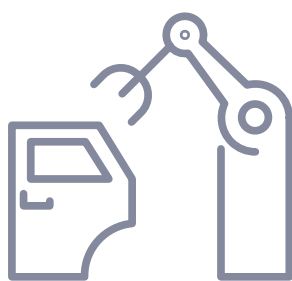
Las organizaciones deben considerar también cómo reaccionan las personas a su estrategia de metaverso. Por ejemplo, Sagi avisa de que «las personas pueden temer que sus trabajos peligren debido a las tecnologías o las soluciones que ofrece el metaverso». Las empresas pueden responder haciendo hincapié en la capacidad del metaverso industrial para crear nuevas oportunidades: no hará falta ser ingeniero para trabajar en maquinaria muy complicada, por ejemplo, y una tecnología de realidad mixta e información en tiempo real facilitada por expertos puede servir de guía para realizar el mantenimiento de sistemas complejos. Más aún, la formación y el perfeccionamiento profesional de los empleados puede prepararlos para asumir nuevas tareas y seguir nuevas trayectorias profesionales en el sector del metaverso.

Otra estrategia para fomentar la aceptación del metaverso industrial es abordar el temor de los empleados ante lo desconocido. «Esta tecnología es nueva, por lo que es natural que provoque escepticismo», señala Lange. «¿Funcionará realmente? Debemos convencer a la gente de hacer las cosas de una forma diferente».

Buscar talento para los proyectos del metaverso implica también recurrir a nuevas fuentes de trabajadores cualificados. «Las empresas deben buscar entre los desarrolladores de juegos para obtener ayuda con el metaverso industrial», apunta Lange. «Ya están creando contenido 3D para juegos. La experiencia acumulada por la comunidad de desarrolladores de juegos puede aplicarse también a estos casos industriales. Si deseas animar un robot dentro del metaverso, por ejemplo, los desarrolladores de juegos ya están acostumbrados a este tipo de trabajo». Los miembros del equipo también tendrán que poner en común sus conocimientos y experiencia para triunfar en este nuevo espacio. «Para crear gemelos digitales significativos, se necesita la potencia de los datos y el conocimiento del dominio», indica Köklü. «Tener a los ingenieros de datos sentados cerca de los expertos de dominio es esencial para que puedan aprender unos de otros y generar ideas con impacto empresarial».

Desarrollar alianzas y ecosistemas fuertes

Del mismo modo, las organizaciones recurrirán cada vez más a partners externos para impulsar la innovación en el metaverso. Konnect Volkswagen Group, en Tel Aviv, por ejemplo, ayuda al gigante alemán de la automotriz a colaborar con empresarios y startups israelíes para desarrollar vehículos autónomos, electrificación, decarbonización y tecnologías de la Industria 4.0. «Las startups saben cómo adaptar soluciones a las necesidades de los clientes», señala Sagi. «Esa es la clave del éxito». Un ejemplo concreto: el Konnect Volkswagen Group lleva tiempo explorando cómo podría utilizarse la tecnología de realidad mixta para aplicaciones como la fabricación, la formación y el diseño de piezas en un entorno virtual.



«La colaboración y la apertura serán esenciales para toda estrategia de digitalización futura».

Annika Hauptvogel, responsable de Technology and Innovation Management de Siemens



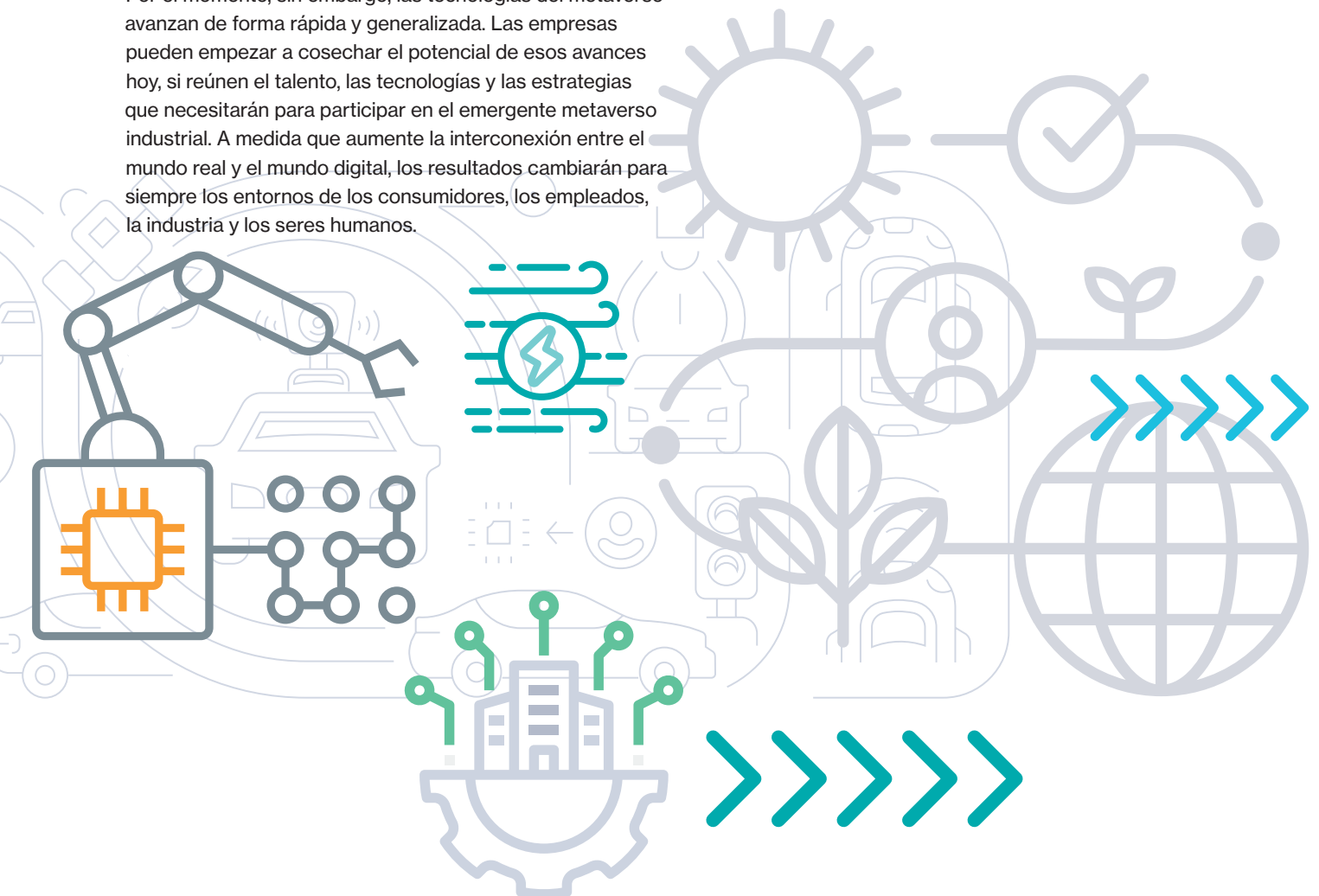
Leslie Shannon, responsable de Trend and Innovation Scouting de Nokia comenta: «En el futuro buscaremos establecer alianzas con diferentes actores, y eso significa que uno de los elementos más importantes para participar en el metaverso industrial es la agilidad empresarial». Y agrega: «Si las grandes empresas no se vuelven más ágiles, no podrán participar de manera eficaz en estos ecosistemas de partners capaces de crear soluciones realmente potentes».

Siemens también ve las alianzas como un elemento esencial para desarrollar un ecosistema de metaverso fuerte. «Nadie puede hacer esto en solitario», afirma Hauptvogel. «La colaboración y la apertura serán esenciales para toda estrategia de digitalización futura». Más allá del proyecto concreto, el deseo de Siemens es desarrollar alianzas y ecosistemas en un nivel de plataforma. La plataforma empresarial digital Siemens Xcelerator anunció en julio de 2022 que su objetivo era ayudar a otras empresas a acceder al metaverso industrial conectando clientes, desarrolladores y proveedores de servicios, y proporcionar soluciones procedentes de varios partners que fueran abiertas, interoperativas, flexibles y fáciles de escalar.

Por el momento, sin embargo, las tecnologías del metaverso avanzan de forma rápida y generalizada. Las empresas pueden empezar a cosechar el potencial de esos avances hoy, si reúnen el talento, las tecnologías y las estrategias que necesitarán para participar en el emergente metaverso industrial. A medida que aumente la interconexión entre el mundo real y el mundo digital, los resultados cambiarán para siempre los entornos de los consumidores, los empleados, la industria y los seres humanos.

«Uno de los elementos más importantes para participar en el metaverso industrial es la agilidad empresarial. Si las grandes empresas no se vuelven más ágiles, no podrán participar de manera eficaz en estos ecosistemas de partners capaces de crear soluciones realmente potentes».

Leslie Shannon, responsable de Trend and Innovation Scouting de Nokia



Acerca de MIT Technology Review Insights

MIT Technology Review Insights es la división de publicaciones personalizadas de *MIT Technology Review*, la revista de tecnología más antigua del mundo, respaldada por la principal institución tecnológica mundial, que celebra eventos en directo y realiza estudios sobre la tecnología líder y los desafíos empresariales actuales. Insights realiza investigaciones y análisis cualitativos y cuantitativos dentro y fuera de EE. UU., y publica una amplia variedad de contenido, incluidos artículos, reportes, infografías, videos y podcasts. Y a través de su creciente MIT Technology Review [Insights Global Panel](#), Insights cuenta con un acceso sin igual a ejecutivos de nivel sénior, innovadores y líderes de pensamiento de todo el mundo para realizar estudios y entrevistas en profundidad.

Acerca de Siemens

Siemens AG es una empresa tecnológica centrada en impulsar la columna vertebral de economías y sociedades a través de la industria, la infraestructura, el transporte y la atención sanitaria. En Siemens trabajan más de 300 000 personas en la creación de tecnología con un propósito y en incorporar valor real para los clientes: desde fábricas más eficientes en términos de recursos, cadenas de suministro resilientes, y edificios y redes más inteligentes hasta sistemas de transporte más limpios y cómodos, además de atención sanitaria avanzada. Mediante la combinación del mundo real y el mundo digital, Siemens empodera a sus clientes para que transformen sus industrias y mercados, y los ayuda a transformar el día a día de miles de millones de personas. En la actualidad, la empresa ofrece las capacidades de gemelo digital más integrales de la industria y trabaja para convertirlo en el componente fundamental de un metaverso industrial inmersivo, simultáneo, persistente y en tiempo real.



Notas al pie

1. J. Pankaj, M. Neha, y V. Vitika, «[Digital Twin Market: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021-2030](#)», Allied Market Research, julio de 2022.
2. Alfonso Velosa y Peter Middleton, «[Emerging Technologies: Revenue Opportunity Projection of Digital Twins](#)», Gartner, Inc., 16 de febrero de 2022.
3. Alfonso Velosa, «[Emerging Tech: Venture Capital Growth Insights for Digital Twins](#)», Gartner, Inc., 21 de septiembre de 2022.
4. Jacques Bacry, «[What Is the Industrial Metaverse?](#)» Capgemini, 6 de febrero de 2023.
5. «[OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction—Key Facts and Figures](#)», OECD Environmental Outlook, Organisation for Economic Co-operation and Development, 5 de abril de 2001.
6. Simon Bentley y Tony Murdzhev, «[Accelerating sustainability with virtual twins](#)», Accenture, 26 de enero de 2021.

Ilustraciones

Todas las ilustraciones fueron recopiladas por Chandra Tallman Design. Todos los iconos fueron proporcionados por The Noun Project.

Si bien se realizaron todos los esfuerzos posibles para verificar la precisión de esta información, MIT Technology Review Insights no acepta ninguna responsabilidad en relación con el uso que una persona pudiera realizar de este reporte ni con respecto a la información, opiniones o conclusiones que se exponen en él.

© Copyright MIT Technology Review Insights, 2023. Reservados todos los derechos.



MIT Technology Review Insights

www.technologyreview.com

insights@technologyreview.com