

Journey 2026
Visión de futuro

Desplegando dimensiones virtuales

Índice

Prólogo	03
Puntos clave para los líderes de negocio	04
Visión	08
Aterrizando la visión	19
Elongando los límites físicos	
Humano aumentado y cobots	24
Edge y swarm	26
Fabricación aditiva a gran escala	28
Asistencia sanitaria para los más desfavorecidos	30
La verdadera huella de carbono	32
Cruzando la línea divisoria	
La batalla de la ciber IA	36
Resiliencia digital: el camino hacia la antifragilidad	38
El impacto de los modelos económicos en la tecnología y la sociedad	40
Tecnología y normativa	42
Revisando la responsabilidad digital de las empresas	44
Impacto social de la digitalización	46
Nuevo paradigma virtual	
Mercados centrados en el momento	50
Cambiando el juego de la comunicación	52
Plataformas para ecosistemas de negocio	54
Redefiniendo los modelos de comunicación	56
Tecnología cuántica	58
Las rutas hacia la inteligencia artificial general	60

Prólogo

Bienvenidos a Journey 2026, la perspectiva de la Comunidad Científica de Atos sobre las tendencias que van a dar forma al mundo de los negocios, la sociedad y la tecnología. Proporciona una posible visión del futuro y subraya algunos de los retos y oportunidades que emergerán en el camino.

Creemos que esta visión es más necesaria que nunca en un contexto en el que la pandemia ha impulsado enormes cambios en todos los ámbitos del negocio y ha acelerado considerablemente el auge de la economía de los datos.

Gran parte de la retórica actual de los líderes mundiales se refiere, en efecto, al hecho de que estamos viviendo una época de profundos cambios. Los retos relacionados con el cambio climático, las pandemias mundiales, la globalización de la economía y la soberanía exigen un nuevo enfoque - y todos tenemos que aprender rápidamente a responder a ellos. No pensar y actuar de forma diferente podría tener consecuencias duraderas y destructivas. Sin embargo, históricamente hemos tendido a vernos limitados por la llamada sabiduría convencional, incluso con la adopción de nuevas tecnologías, y especialmente en los ámbitos de los modelos de negocio, el valor y la ética.

Creemos que tenemos un buen conocimiento del mundo en el que vivimos, pero la realidad es que gran parte del mundo natural permanece inexplorado y desconocido, incluidas las profundidades de los océanos, el espacio exterior, el 90% de nuestro cerebro y el 80% de los datos que producimos. Mientras tratamos de hacer frente a los grandes retos de nuestro tiempo, la mayoría de los cuales están ligados a nuestro mundo físico y a las continuas tensiones que le aplicamos, ¿necesitamos empezar a explorar las dimensiones virtuales facilitadas por la tecnología en busca de futuras oportunidades de crecimiento? La tecnología digital ha sido enormemente transformadora en lo que hemos podido lograr hasta ahora, pero para seguir obteniendo beneficios para nuestro mundo finito, ¿tenemos que liberarnos de algunos de sus límites físicos?

Para la Comunidad Científica de Atos, desplegar las dimensiones virtuales ofrece el potencial de nuevas formas de relacionarse, de hacer negocios e incluso de ser. La investigación y el liderazgo de pensamiento contenidos en Journey 2026 exploran las formas en que se están ampliando los límites actuales de nuestro mundo físico, y cómo tenemos que tratar adecuadamente las consecuencias sociales, éticas y económicas de abrirse paso hacia nuevas formas virtuales de operar. Estamos seguros de que ayudará a estimular su reflexión sobre los diferentes enfoques tecnológicos que se abren para que las empresas, los gobiernos y los grupos sociales mantengan su relevancia y prosperen en tiempos de profundos cambios.

Atos Scientific Community Editorial Board

Puntos clave para los líderes empresariales

La tecnología digital está tan arraigada en nuestras vidas que a menudo pasamos por alto la magnitud de su efecto transformador. Sin embargo, más allá del ámbito de la transformación digital tradicional, están surgiendo tendencias que tienen el potencial de alterar radicalmente los modelos empresariales y económicos convencionales, con un impacto aún mayor en las personas y la sociedad en general. A medida que pasamos de la era "posdigital" a la era de la experiencia, los mundos digital y real convergen para ofrecer experiencias hiperpersonalizadas que abren nuevas fronteras que ya no están más allá de nuestra imaginación.

Desbloqueo de capacidades prácticamente ilimitadas

Desde la inteligencia artificial (IA) generativa hasta los servicios basados en la cadena de bloques, pasando por los primeros indicios de la supremacía cuántica práctica, una nueva generación de tecnología de vanguardia está empezando a desbloquear capacidades que superan lo que hemos experimentado con las transformaciones digitales anteriores. No solo podemos replicar y optimizar virtualmente casi cualquier proceso, sino que también estamos empezando a aumentar e incluso trascender las limitaciones del mundo físico aprovechando las ventajas de los recursos virtuales y sus interacciones. Esto ofrece el potencial de permitir negocios de coste marginal cero¹, facilitando la creación ilimitada de activos y permitiendo interacciones que se multiplican exponencialmente a través de los efectos de red. Ampliará nuestros ámbitos de actuación con activos virtuales, avatares virtuales, organizaciones virtuales e incluso naciones virtuales.

Reimaginar los límites de la sabiduría convencional

Nos encontramos ante una oportunidad transformadora para reimaginar los límites de la sabiduría convencional. La eliminación, o al menos la minimización, de las limitaciones físicas mediante la simulación y la virtualización nos ayudará sin duda a comprender y responder mejor a retos globales como el cambio climático, la atención sanitaria, el bienestar y el sostenimiento equitativo de una población mundial creciente. Las herramientas y técnicas del mundo virtual, como los gemelos digitales, la realidad aumentada y los tokens no fungibles, están empezando a dar rienda suelta a un abanico de posibilidades de interacción e intercambio de valores nunca antes disponibles. Sin embargo, una mayor oportunidad conlleva una mayor responsabilidad, y los líderes empresariales deben ser conscientes de que las libertades de esta nueva dimensión virtual también conllevan nuevos riesgos de desconexión social, divisiones digitales y amenazas a la propiedad, la privacidad y la soberanía. Hay que encontrar soluciones a estos retos de externalidad y aplicarlas eficazmente.

Preparándose para el 2026 y más allá

Es importante que los líderes empresariales evalúen el impacto de estas evoluciones. Debemos replantearnos la forma de gestionar los ciclos de vida de los bienes físicos, proporcionar igualdad sanitaria e incluso aumentar las capacidades humanas, tanto físicas como mentales. Esto es cada vez más importante a medida que la tecnología de Edge inteligente aporta una creciente conexión entre los mundos físico y virtual.

Creemos que la nueva frontera tecnológica permitirá:

- Nuevos modos de funcionamiento, con la generalización de procesos híbridos virtuales/físicos y la aparición de la externalización virtual² que utiliza agentes virtuales inteligentes automatizados.
- Nuevos modos de relación entre humanos y entidades robóticas, a través de un metaverso de realidad aumentada (AR), que acabará incorporando interfaces cerebro-ordenador (BCI).
- Nuevos modos de valor y negocio, con el rápido auge de la economía de los datos y una nueva generación de ecosistemas de negocio que aprovechan los mercados de datos y la tokenización.
- Nuevos modos de ser y nuevas expresiones virtuales de nuestra existencia humana, desde el aprendizaje virtual hasta las encarnaciones virtuales de personas vivas, inventadas o incluso fallecidas.

Es esencial comprender cómo gestionamos de forma eficaz y segura las formas de negociar y cruzar la división física/digital. Las principales preocupaciones incluyen la compleja interrelación entre la regulación y la digitalización; los crecientes riesgos de ciberseguridad (en particular, el aumento de los ciberataques de IA autónoma); el mantenimiento de la resiliencia operativa; y el impacto sobre cómo comprendemos la responsabilidad digital de las empresas y los ciudadanos, incluida la sostenibilidad y la descarbonización. Estas preguntas deben ser respondidas por todos los sectores de la industria, aunque los más directamente afectados por lo digital -como los medios de comunicación y las finanzas- puedan estar a la vanguardia.

Nuestro mundo cambiante y las oportunidades que ofrecen las dimensiones virtuales habilitadas por la tecnología están haciendo que las organizaciones y la sociedad se replanteen radicalmente cómo percibimos el valor, la identidad, los procesos e incluso el propósito.

Este replanteamiento puede implicar:

- Nuevas estrategias para procesos de negocio hiper-automatizados.
- Establecer nuevos modelos virtualizados para los intercambios de valor basados en datos dentro de los ecosistemas.
- Acelerar la revisión y adopción de tecnologías de virtualización, como los gemelos digitales, la realidad aumentada, la tokenización de activos y la colaboración remota altamente interactiva.
- Pasar de los modelos de entrega off shore a la externalización virtual.
- Captura y reproducción mediante la IA de las habilidades empresariales básicas y de la propiedad intelectual.

1. El coste marginal cero describe una situación en la que se puede producir una unidad adicional sin ningún aumento en el coste total de producción.

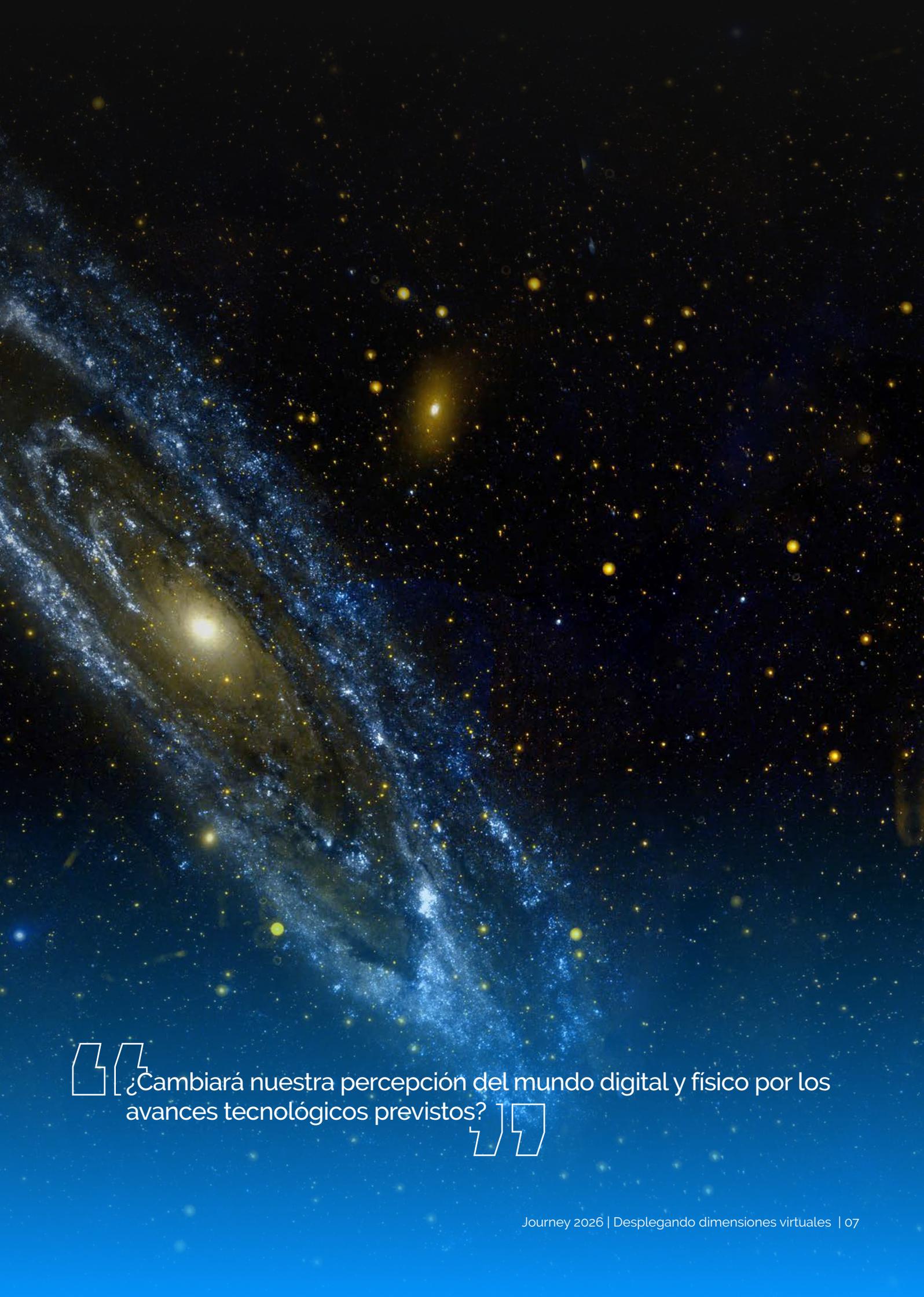
2. Cuando las actividades de subcontratación tradicionalmente deslocalizadas o cercanas ahora se realizan en el dominio virtual.





Visión 2026

Desplegando dimensiones virtuales



“¿Cambiará nuestra percepción del mundo digital y físico por los avances tecnológicos previstos?”

Más allá de lo digital

Redefiniendo lo digital

Los términos "digital" y "tecnología digital" se han arraigado tanto en el lenguaje cotidiano que su significado se ha difuminado. Se han convertido en términos globales que abarcan casi todo lo que hace uso de la electrónica y los datos: ya sea el más simple de los sensores o el súper-ordenador más avanzado; la app más básica o la inteligencia artificial más compleja.

Las aplicaciones potenciales de las tecnologías digitales han llegado a un punto en el que parecen estar limitadas únicamente por nuestra imaginación. Sin embargo, su comprensión y uso práctico no siempre es tan diverso e impactante como su alcance teórico. Para algunas empresas, el corazón mismo de sus modelos de negocio depende de las posibilidades de lo digital; para otras, la transformación digital parece limitarse al uso de tecnología informática que ejecuta los procesos empresariales tradicionales de forma más digitalizada y conectada. No está claro cuándo se acuñó el término digital, pero seguramente tiene sus raíces en el sistema binario utilizado por los ordenadores electrónicos. El uso de 0 y 1 en la representación y el cálculo de datos podría sugerir que lo digital es sinónimo de ser exacto y replicable con precisión, aunque las representaciones digitales cuantificadas del mundo natural analógico suelen ser imprecisas (por ejemplo, la música). Pero a medida que ciertas tecnologías digitales siguen desarrollándose, se vuelven menos digitales.

Algunas soluciones son más probabilísticas que precisas, haciendo uso de grados de incertidumbre que antes podían considerarse muy poco digitales.

Los ordenadores cuánticos recurren a la probabilidad y a las funciones de onda analógicas en sus modelos emergentes para representar datos y resolver algoritmos; algunos enfoques del aprendizaje automático utilizan la aleatoriedad para crear algoritmos estocásticos que logran resultados que los modelos deterministas no pueden alcanzar; y un elemento de aleatoriedad es una característica esencial de la criptografía (aunque la verdadera aleatoriedad es esquiva en los ordenadores digitales convencionales). Está claro que el término digital ya no abarca suficientemente todas las aplicaciones actuales de la tecnología relacionada, y mucho menos las emergentes. ¿Ha llegado el momento de replantear la forma en que percibimos y aplicamos las tecnologías digitales?

Reimaginar los límites de la sabiduría convencional

En muchas aplicaciones prácticas, el viaje de la exploración digital ha progresado desde Replicar (imitando lo físico, con correos electrónicos y cestas de la compra, por ejemplo), a Optimizar (haciendo las cosas más rápido y de forma más inteligente), y a Aumentar (ampliando las capacidades físicas a través de la realidad aumentada y la inteligencia artificial).

Al extrapolar el pensamiento actual, tenemos que reimaginar cada vez más los límites de la sabiduría convencional. ¿Estamos entrando en una era que nos lleva a una nueva dimensión de funcionamiento? Una que trascienda las limitaciones del espacio físico y se caracterice por explotar realmente las ventajas de los recursos virtuales y sus interacciones. Prevemos dimensiones o dominios virtuales que operan más allá de las limitaciones físicas directas, en los que la inteligencia virtual controla y tramita recursos virtuales, y en los que los resultados del mundo real sólo se verán afectados en los límites con el dominio físico.

Podemos ver que este concepto ya está evolucionando en varios ámbitos: Durante casi dos décadas, la industria del juego y el entretenimiento ha utilizado el escapismo del mundo virtual a través de entornos simulados y juegos de rol multijugador masivos en línea (MMORPG). Pero ahora vemos la aparición de proyectos como StoryFile³, a través del cual las personas vivas son capaces de preservar la historia de su vida de una manera que puede ser contada de nuevo utilizando tecnologías de IA, incluso después de que el sujeto haya fallecido.

Empresas como Ubiquity⁶ y Meta (antes Facebook) están trabajando en la creación de un metaverso⁴ en el que las personas puedan comunicarse y trabajar en entornos virtuales, con el fin de abrir el acceso a todo un nuevo ámbito de oportunidades sociales y económicas.

3. [life-storyfile.com/](https://www.life-storyfile.com/)

4. <https://www.youtube.com/watch?v=gElfo6uw4g>

5. <https://digitaltwinhub.co.uk/>

El potencial de las simulaciones con gemelos digitales, es bien conocido. Por ejemplo, el uso de la dinámica de fluidos computacional para el diseño de vehículos aerodinámicos puede dar a menudo resultados mejores y más procesables que las pruebas en el túnel de viento del mundo real: la simulación se convierte en la verdad. A mayor escala, el Gobierno británico ha puesto en marcha un programa nacional de gemelos digitales⁵ para crear una serie de nuevos modelos de negocio, servicios y mercados basados en grandes representaciones virtuales de la infraestructura física del país.

Las tecnologías de IA ya se utilizan para transformar la forma en que se contrata, gestiona y despide a los empleados, e incluso para modelar la toma de decisiones de empresas y gobiernos. No es un salto tan audaz anticipar organizaciones totalmente virtuales que incluyan gestores y trabajadores de IA, que comercien con activos virtuales tokenizados, como muestra la aparición de organizaciones autónomas descentralizadas⁶ (DAO) pioneras, por ejemplo, Dash⁷ y Augur.⁸

Incluso vemos la aparición de naciones virtuales como Wirtland⁹ e incluso el estatus de nómada digital para países reales como Estonia¹⁰, que están redefiniendo el concepto de ciudadanía y nacionalidad al ofrecer residencia virtual, trazando las fronteras en torno a misiones y valores más que a la tierra.

6. Une organisation dont les règles sont inscrites dans un code logiciel, transparente, contrôlée par ses membres et dépourvue de gouvernance centralisée.

7. bitcoinst.com/dash-original-dao/

8. <https://augur.net/>

9. wirtland.com/

10. e-resident.gov.ee/nomadvisa/



“ Las tecnologías digitales están ampliando cada vez más los límites de los modos de vida y trabajo convencionales. ”

Más allá de lo físico

Al explorar el potencial de las dimensiones virtuales desde una perspectiva empresarial, hemos investigado una serie de tecnologías emergentes y sus implicaciones. Hemos considerado las formas en que determinadas innovaciones ya están superando los límites de las barreras del mundo físico, y cómo podrían conducir a nuevas posibilidades en la dimensión virtual emergente.

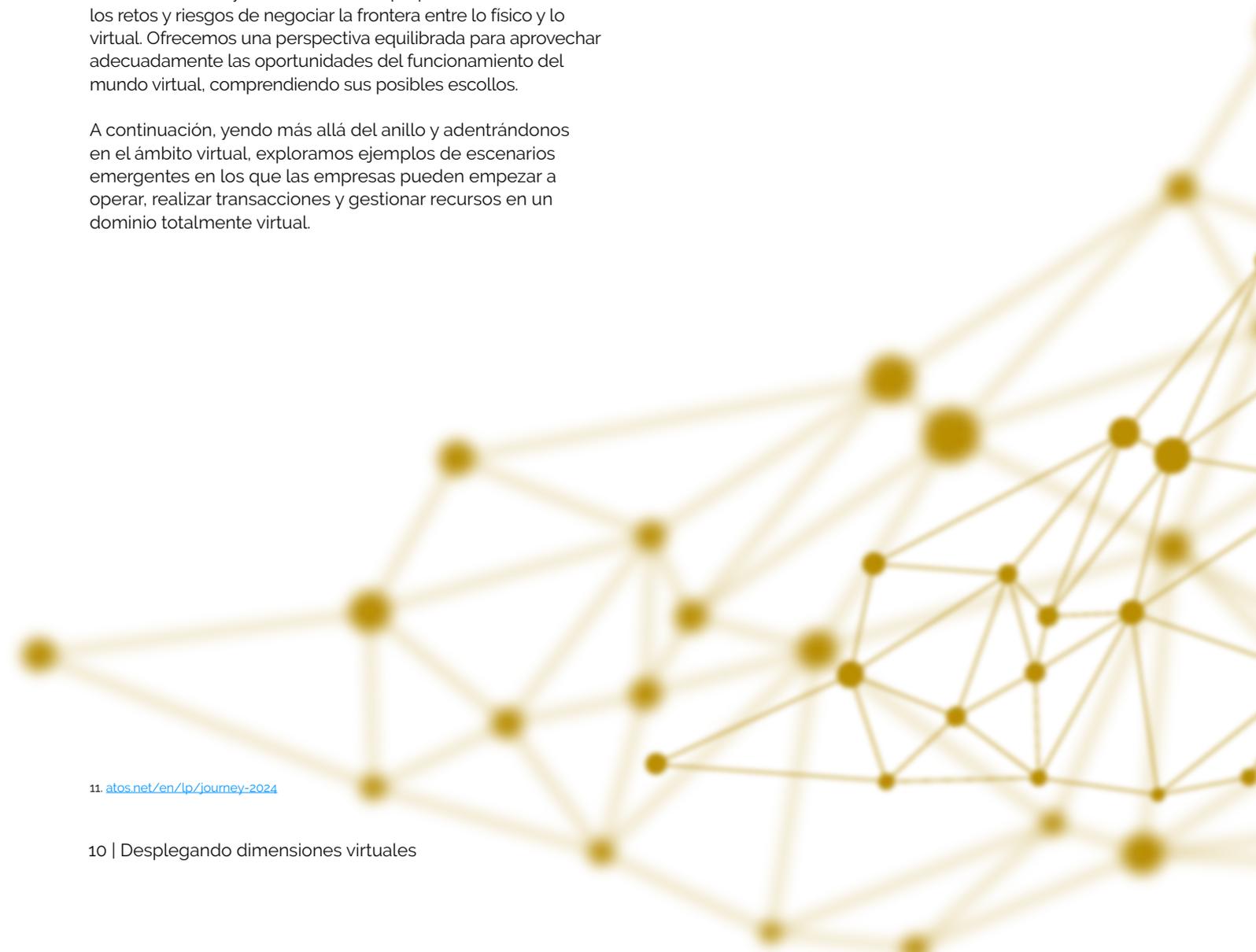
Es importante destacar que no consideramos esta nueva dimensión como una simple virtualización de lo físico. Por el contrario, es una oportunidad para repensar completamente algunos de los fundamentos de cómo definimos el valor, la identidad, los procesos e incluso el propósito - conceptos que ya hemos explorado en Journey 2024 "Redefiniendo el propósito de la empresa"¹¹.

Para ayudar a contextualizar nuestras áreas de investigación, utilizamos el modelo en anillo que se muestra en la figura 1. Hay tres zonas distintas, en las que el propio anillo representa el límite o la capa de transición entre los ámbitos físico y virtual. En el centro de nuestro modelo está el ámbito físico. Aquí consideramos las formas en que las tecnologías seleccionadas y sus aplicaciones están ampliando los límites del mundo físico de forma nueva y disruptiva, incluso actuando como puentes entre las dimensiones físicas y virtuales.

Al salir del centro y adentrarnos en el propio anillo, consideramos los retos y riesgos de negociar la frontera entre lo físico y lo virtual. Ofrecemos una perspectiva equilibrada para aprovechar adecuadamente las oportunidades del funcionamiento del mundo virtual, comprendiendo sus posibles escollos.

A continuación, yendo más allá del anillo y adentrándonos en el ámbito virtual, exploramos ejemplos de escenarios emergentes en los que las empresas pueden empezar a operar, realizar transacciones y gestionar recursos en un dominio totalmente virtual.

¹¹ atos.net/en/lp/journey-2024



Nuevos
paradigmas virtuales

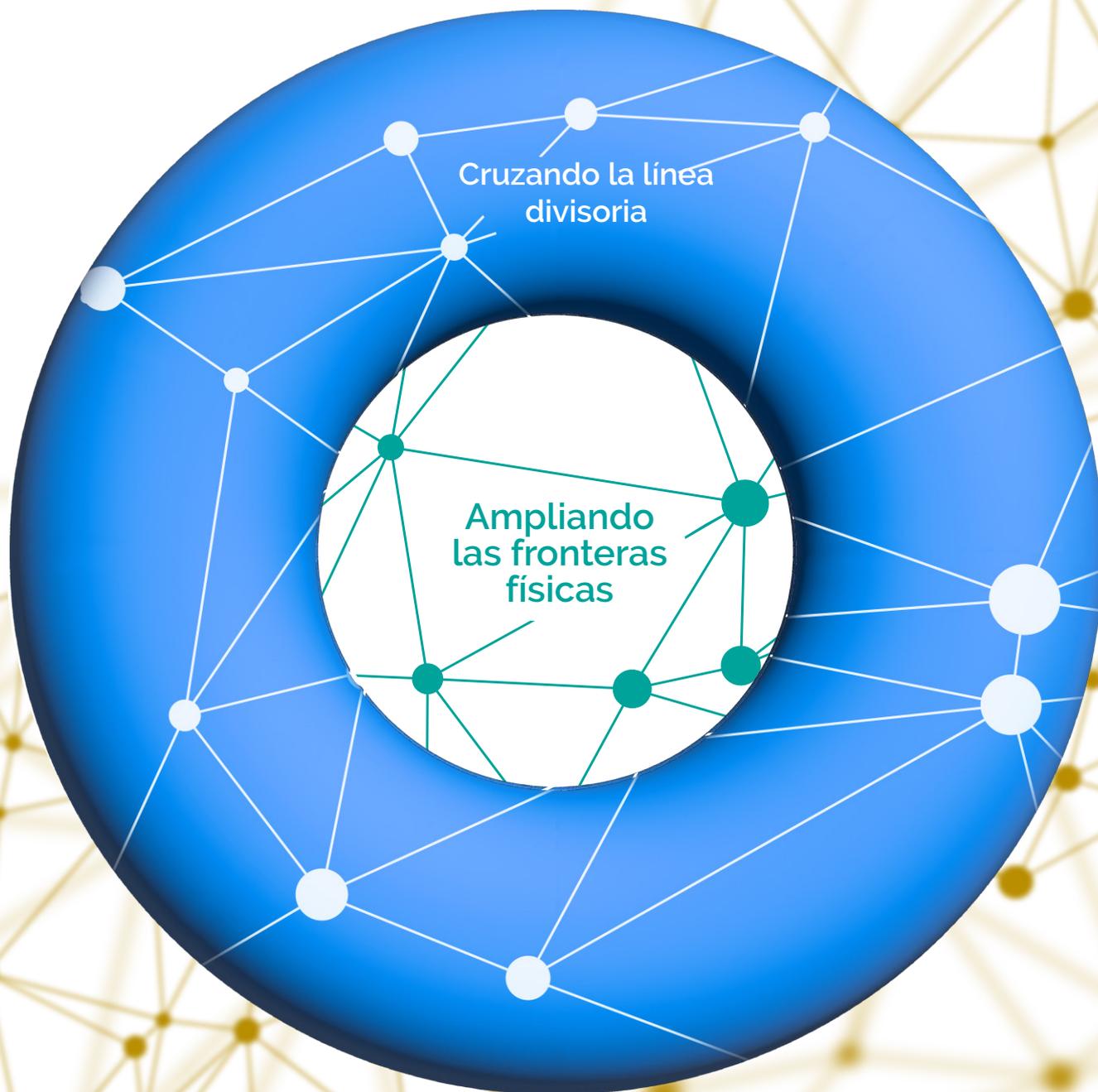


Figura 1: Ámbitos físico, virtual y de transición.

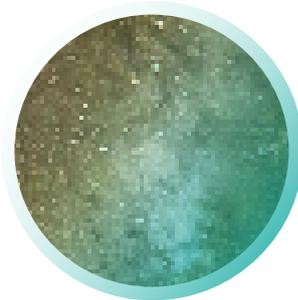
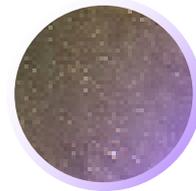
Elongando los límites físicos

A medida que surgen y maduran las tecnologías, con el apoyo de una potencia de cálculo cada vez mayor, vemos hacerse realidad capacidades que antes se consideraban ciencia ficción...

En todo el planeta, nuestro uso de la tecnología se ve envuelto en los principales retos macrofísicos de nuestro tiempo: el cambio climático, la atención sanitaria y el bienestar, y el desarrollo y funcionamiento de las infraestructuras físicas necesarias para mantener a nuestra población. Exploramos algunas oportunidades significativas para abordar estos desafíos a gran escala con herramientas y técnicas hasta ahora no disponibles para la humanidad.

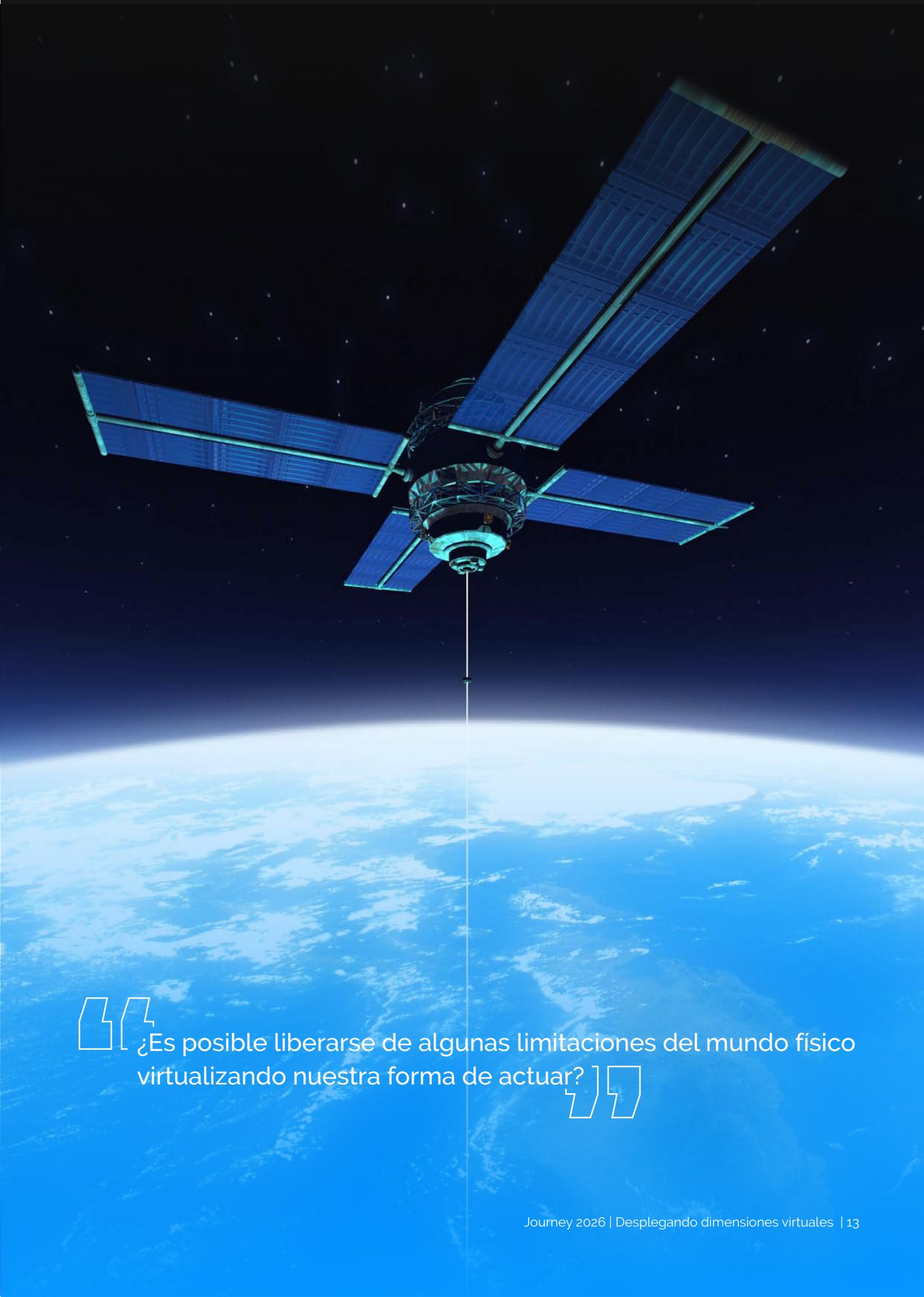
En Journey 2022 "Resolviendo los dilemas digitales"¹², examinamos las tensiones que surgen de las fuerzas opuestas del mundo real y el digital. Identificamos un límite de aceptabilidad como el punto en el que las respuestas a las preguntas de "¿podríamos?" y "¿deberíamos?" se desincronizan. Esta tensión se manifiesta claramente en ciertas respuestas actuales a la forma de emplear las tecnologías digitales, y no siempre en los ámbitos que cabría esperar (desafiando las consideraciones éticas o de seguridad). Algunas de las barreras y limitaciones más importantes que están surgiendo están relacionadas con los límites de la soberanía del mundo real que se aplican al uso y la accesibilidad de los datos..

Desde una perspectiva, la naturaleza virtual de los datos permite interacciones sin fronteras, pero desde otra, nuestras preocupaciones humanas sobre la propiedad, la privacidad y la seguridad de los datos podrían limitar la forma en que estas interacciones aportan un nuevo valor. En la UE la Fundación Gaia-X¹³ está estableciendo principios y normas que permitan que estas diferentes perspectivas funcionen en un sano equilibrio. Queda la duda de si iniciativas como ésta serán suficientes. Será interesante observar cómo se resuelven estas tensiones, si es que eso es posible. Por supuesto, debemos proteger la seguridad y los derechos de los individuos, las empresas y las naciones, pero ¿existe también la oportunidad de repensar la forma en que operamos y colaboramos? Al hacerlo, ¿podemos establecer nuevos enfoques que quizás sean menos sensibles a algunas de las barreras más restrictivas del mundo real?



12. cfdt-atos.org/wp-content/uploads/2020/09/Atos_Journey2022_web.pdf

13. <https://gaia-x.eu/> /Atos est membre fondateur du projet Gaia-X.



“¿Es posible liberarse de algunas limitaciones del mundo físico virtualizando nuestra forma de actuar?”

Nuevos paradigmas virtuales

Hemos considerado cuatro áreas específicas en las que ya vemos las dimensiones virtuales en acción, y en las que prevemos mayores oportunidades de desarrollos convincentes y transformadores en el futuro.

Nuevos modos de funcionamiento

Operar en la dimensión virtual ofrece importantes beneficios en términos de simulación y anticipación de resultados (por ejemplo, los gemelos digitales); reflejando un contexto más amplio de parámetros de influencia que los que evidencia el entorno inmediato (por ejemplo, a través del conocimiento de los datos del IoT y la realidad aumentada); y operando más allá de algunas de las limitaciones del mundo físico (por ejemplo, a través de los ecosistemas y activos virtuales). Algunos de estos beneficios se reflejan en el mundo físico a través de diseños optimizados realizados por la impresión 3D; nuevas moléculas y procesos químicos descubiertos a través de la supercomputación o la simulación cuántica; y la automatización inteligente de los procesos físicos.

La pandemia de COVID ha obligado a muchas organizaciones a replantearse la forma de operar. Casi de la noche a la mañana, una parte importante de la plantilla pasó al modo de oficina virtual. Y no sólo las empresas. Los colegios, universidades, reuniones familiares, encuentros religiosos y consultas médicas, todos entraron en el mundo virtual en línea. Algo que antes se consideraba difícil de conseguir, se convirtió de repente en una realidad. Incluso cuando las medidas de confinamiento se han relajando, muchas formas de relación siguen siendo virtuales, o al menos adoptan modelos híbridos virtuales/físicos.

Las experiencias individuales de este cambio en la forma de trabajar han mostrado grandes variaciones. Algunas personas llevaban tiempo trabajando desde casa y apenas notaron cambios; otras descubrieron una nueva libertad en el trabajo flexible y se resistieron a volver a las viejas costumbres; y otras aún se sentían desconectadas o desvinculadas y no veían la hora de volver a interactuar en el mundo real.

Ya entrados en el tercer año de la pandemia, es evidente que, cuando se utilizan adecuadamente, se obtienen beneficios claros y duraderos de las nuevas formas de trabajo. Algunas empresas han logrado un considerable ahorro de costes cerrando oficinas físicas; han surgido nuevas herramientas que hacen más productiva la colaboración a distancia y el trabajo virtual; el trabajo virtual y flexible se ha convertido en un importante vehículo para atraer y retener el talento; y la reducción de los desplazamientos ha disminuido los costes y las emisiones de carbono.

La deslocalización de los centros de contacto y la gestión de compras ya ha permitido un gran ahorro de costes operativos y una gran eficiencia. **¿Puede que la próxima ola de eficiencia sea impulsada por la deslocalización virtual a medida que los procesos se automatizan y se realizan en un dominio virtual?**

Para 2025, se calcula que las máquinas realizarán más tareas de las que se realizan actualmente que los humanos¹⁴ y que el 75% de las interacciones con los clientes serán gestionadas por plataformas automatizadas¹⁵. Las organizaciones necesitan una mentalidad diferente para apreciar plenamente las oportunidades que abren las operaciones automatizadas inteligentes a través de principios de trabajo sin fricciones¹⁶ que no están limitados por barreras físicas.

Mientras que muchas empresas se preguntan hoy en día qué se puede automatizar, deberían más bien considerar qué no se puede automatizar y por qué. Los procesos deben diseñarse con la automatización por defecto, con la interacción humana sólo cuando sea necesaria. Pero, por supuesto, estas estrategias también deben incluir la creación de nuevas funciones de valor añadido para compensar el desplazamiento de los puestos de trabajo menos cualificados.

Nuevos modos de relación

Aunque la realidad virtual (RV) existe desde los años 50, no fue hasta la década de 2010 cuando se generalizó la tecnología de RV disponible comercialmente y se lanzaron las gafas inteligentes de RA. Desde entonces, las experiencias virtuales han evolucionado a un ritmo increíble y la pandemia ha alimentado aún más la imaginación de lo posible. La RA y la RV (y ahora la IA) se están combinando para crear nuevas oleadas de experiencias virtuales personalizadas. Estas experiencias van desde el mero entretenimiento escapista hasta las interacciones virtuales de expertos para casos de uso empresariales altamente contextualizados.

Los avatares digitales ofrecen ya la posibilidad de interactuar con personalidades muy reales en pantalla, capaces de adoptar expresiones faciales y discursos dinámicos de tipo humano. En la mayoría de los casos prácticos actuales, las aplicaciones tienden a limitarse a áreas como los servicios de asistencia, los asistentes de ventas y los asesores sanitarios, pero a medida que la tecnología se generalice, surgirán otros casos de uso como los asistentes personales virtuales, los cuidadores o simplemente un amigo virtual con el que hablar. Al principio, estas interacciones comenzarán como una experiencia de Siri, Google Assistant o Alexa que cobra vida visualmente, pero que pronto tendrán repercusión en el mundo físico en forma de entidades robóticas de pleno derecho. Este tipo de soluciones ya se están posicionando como una posible respuesta al creciente reto de la atención social al que se enfrenta la sociedad¹⁷.

14. [weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020](https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020)

15. servion.com/blog/what-emerging-technologies-future-customer-experience/

16. atos.net/preparing-for-the-rebound-after-covid

17. [newstatesman.com/spotlight/2021/03/automated-assistance-how-robots-are-changing-social-care](https://www.newstatesman.com/spotlight/2021/03/automated-assistance-how-robots-are-changing-social-care)



Volvamos al concepto de StoryFile de crear representaciones interactivas virtuales de individuos reales. Entrenar modelos de IA con los recuerdos, el comportamiento, los conocimientos y los rasgos de carácter de una persona permitirá a otros interactuar virtualmente con ese individuo, casi como si lo hicieran de verdad. La industria de la música popular ya ha adoptado estos conceptos con conciertos "From beyond" interpretados por hologramas de estrellas fallecidas como Michael Jackson, Whitney Houston y Elvis Presley. Los eventos virtuales incluyen incluso hologramas de artistas vivos (p. ej. ABBA) con el mismo aspecto que en su época de esplendor. Pero esta tecnología tiene mucho más potencial que replicar experiencias históricas y comportamientos aprendidos. **Los modelos de IA permiten extrapolar y anticipar respuestas a situaciones que nunca fueron experimentadas por el sujeto.** ¿Podría esto llevar a una situación en la que facsímiles virtuales de líderes históricos de confianza ofrezcan perspectivas y consejos sobre asuntos actuales? Evidentemente esto plantearía cuestiones en torno a los límites éticos y de uso.

La aparición y maduración de las interfaces cerebro-ordenador (BCI), ampliará aún más los límites prácticos y éticos entre las dimensiones física y virtual. Las experiencias de RV irán más allá de la transmisión básica de visión y sonido, a soluciones capaces de interactuar sensorialmente de forma bidireccional, ajustándose a los estados de ánimo y provocando una amplia

gama de respuestas cerebrales. Organizaciones como DARPA, Meta y la Comisión Europea¹⁸ están invirtiendo mucho en el desarrollo de la tecnología BCI, y se prevén importantes avances en este ámbito de la dimensión virtual. Se espera que se preste especial atención a los beneficios para las personas con discapacidad y al bienestar mental.

Las experiencias virtuales adquirirán una nueva dimensión en la que no habrá dos experiencias iguales, sino que serán personalizadas en tiempo real a partir de la comprensión de la persona y sus señales biológicas. Como todas las empresas de productos y servicios luchan por diferenciarse, imagínese el potencial de marketing de productos como las vacaciones, el comercio minorista y el entretenimiento, que se verán reforzados por las interacciones virtuales personalizadas. De hecho, **es posible que con el tiempo se puedan virtualizar totalmente ciertas experiencias implantando recuerdos y provocando artificialmente la liberación de las endorfinas naturales del cerebro, algo que se consiguió en ratones hace casi una década**¹⁹.

Para algunos, esto puede verse como una forma deprimente de vida sintética; para otros, puede ser una oportunidad de experimentar cosas que de otro modo no habrían sido posibles.

18. humanbrainproject.eu/en/about/human-brain-project-ec-grants/

19. xtremetech.com/extreme/162364-mit-successfully-implants-false-memories-may-teach-us-how-human-brains-form-false-memories

Nuevos modos de valor y negocio

El producto interior bruto ha sido una medida establecida desde hace mucho tiempo para medir el tamaño y la salud (tanto económica como física) de un país. **Pero estas medidas tradicionales de valor empiezan a fallar para bienes y servicios que tienen un precio de mercado cero.** Por ejemplo, ¿cómo puede evaluarse adecuadamente el valor de servicios como las redes sociales o los motores de búsqueda?

Como las ventas de tokens no fungibles²⁰ superaron los 10.000 millones de dólares en el tercer trimestre de 2021 (un aumento del 500% en solo 6 meses) y el número de variantes de criptomonedas llega casi a las 6.000, hay indicios de cambio en la forma en que se percibe el valor.

Independientemente de que estas tendencias resulten ser fenómenos temporales, está claro que los activos físicos no son la única medida de la propiedad y la riqueza, lo que resulta evidente cuando observamos la economía de los datos (cuya evolución ha seguido la Comunidad Científica de Atos durante casi 10 años). Las empresas, en su mayor parte, están empezando a comprender el valor estratégico de los datos que poseen, y las iniciativas gubernamentales e industriales, como Gaia-X²¹ en la UE, se esfuerzan por revelar y compartir este valor potencial (y, al mismo tiempo, protegerlo). Un punto interesante a destacar es que la mayoría de estas iniciativas todavía tiende a considerar el problema a través de la lente de la soberanía de los datos dentro de las fronteras físicas; **quizás debamos considerar cómo podemos adoptar un pensamiento más virtual a la hora de idear soluciones sostenibles para el reto del capital de los datos²² y el valor económico.**

Si queremos crear una economía de datos justa y sostenible, los activos de datos deben gestionarse y comercializarse de forma que incorporen principios y prácticas equitativos y fiables a lo largo de todo el ciclo de vida de su uso. Se trata de un reto no trivial, puesto que ya nos enfrentamos a problemas recientes de privacidad, fraude, comportamiento anticompetitivo y manipulación de los consumidores/ ciudadanos. Las respuestas proteccionistas extremas a estos problemas corren el riesgo de que se formen comunidades marginalizadas que no puedan beneficiarse del valor potencial del intercambio de datos. A la inversa, la falta de controles sobre el capital de los datos dará lugar a comportamientos monopolísticos y resultados sesgados por parte de quienes puedan controlar los servicios basados en los datos, lo que dificultará la entrada de nuevos actores en los mercados que puedan aportar un equilibrio más equitativo. Los mercados de datos que crean ecosistemas para las empresas y sus socios pueden ayudar a fomentar cadenas de suministro adaptables, interconectadas, flexibles y colaborativas. Permiten a las organizaciones comerciar con datos, no sólo con activos físicos. Esto respalda el concepto de tokenización, en el que los activos de datos sensibles pueden representarse e intercambiarse digitalmente de forma que se garantice que su significado completo sólo puede ser atribuido por quienes tienen los permisos necesarios. En las interacciones B2C y B2B, el intercambio de datos puede apoyarse en el concepto de "token de atención". El valor de un token de atención se incrementa cada vez que se intercambian sus datos asociados, lo que da una medida relativa del valor comercial de los datos.

Los contratos inteligentes impulsados por software pueden utilizarse para formalizar acuerdos comerciales y garantizar su ejecución en el mundo virtual (y, por tanto, cualquier acción vinculada del mundo físico). Están escritos de forma que ayudan a impulsar procesos comerciales autónomos (a través de las cadenas de suministro), al tiempo que refuerzan la seguridad, la confianza y la transparencia con el ecosistema de socios virtuales.

20. A non-fungible token (NFT) is a unit of data stored on a digital ledger (blockchain) that certifies a digital asset to be unique and therefore not interchangeable.

21. gaia-x.eu/

Nuevos modos de ser

La perspectiva de establecer nuevas expresiones virtuales de nuestra existencia humana es emocionante para algunas personas y preocupante o incluso aborrecible para otras, especialmente cuando parecen ofrecer una forma de inmortalidad. **Dondequiera que nos lleven las posibilidades técnicas y los debates éticos, el viaje de mejora y autoexpresión a través del uso de las tecnologías digitales está ya muy avanzado.** Desde el aprendizaje virtual hasta la encarnación virtual de personalidades (vivas, muertas e inventadas) e incluso el uso de la tecnología para aumentar directamente nuestra agudeza mental y capacidad física, el **dominio del ser digital** avanza rápidamente. La calidad de los textos generados por GPT-3²³ (la tercera generación del modelo AI Generative Pre-trained Transformer) es tan alta que resulta difícil distinguirlos de los producidos por humanos. ¡Y se espera que el GPT-4 tenga 500 veces más capacidad que el GPT-3!

El acceso a la abundancia de conocimiento y experiencia humanas está disponible a través de la computación ubicua, omnipresente y ambiental. El impacto que han tenido el aprendizaje y el desarrollo virtuales es ya significativo. Se puede acceder fácilmente a cursos de formación en línea sobre prácticamente cualquier tema, desde cómo montar muebles hasta cómo programar un ordenador cuántico. Dado que la tecnología de los juegos y las imágenes generadas por ordenador (CGI) han avanzado hasta un nivel en el que a veces resulta difícil diferenciar lo artificial de la realidad, se espera que las aplicaciones de la tecnología de RV en los negocios y la educación experimenten un aumento significativo de adopción.

El verdadero aprendizaje es, por supuesto, mucho más que el conocimiento teórico; también se trata de la experiencia y la aplicación. La realidad aumentada, con mecanismos de retroalimentación háptica e incluso la activación de emociones a través de interfaces cerebro-ordenador, podría llevar el aprendizaje virtual a un nuevo nivel con programas de formación que cubran situaciones que serían casi imposibles en el mundo real. Por ejemplo, la gestión de incidentes en centrales nucleares, o pruebas de conducción que puedan evaluar las respuestas a situaciones realmente peligrosas. Además, los implantes neuronales ya parecen ser capaces de implantar recuerdos virtuales de olores en ratones y pueden utilizarse para mejorar los recuerdos a corto plazo de la experiencia real. En cierto modo, **lo virtual se está volviendo indistinguible de lo real.**

La dimensión virtual también puede servir para reunir y conservar los conocimientos adquiridos y la sabiduría de los expertos en la materia. Muchas empresas se enfrentan al reto de perder años de experiencia adquirida cuando los empleados se jubilan; si esos conocimientos pudieran clonarse a través de avatares virtuales disponibles para futuras consultas, podría reducirse la necesidad de formación en nichos de especialidad a los que sólo se recurre ocasionalmente.

Pero también existe el lado negativo de que esta tecnología se utilice de forma inadecuada: Los bots de IA son capaces de hacerse pasar por personas reales en los exámenes en línea o (deep fake) por políticos y celebridades para influir en la opinión y el comportamiento de la población. La dimensión virtual puede influir en nuestras vidas físicas de forma más significativa y potencialmente peligrosa de lo que actualmente prevemos. El hecho de que alguien pueda implantar recuerdos falsos, o crear alguna especie de pseudoinmortalidad, plantea importantes problemas éticos.

22. A concept reflecting "shared interest" and "fairness" in data exchanges, first mentioned in atos.net/preparing-for-the-rebound-after-covid

23. openai.com/blog/gpt-3-apps/



“ Operar en las dimensiones virtuales conlleva consecuencias y externalidades que deben abordarse tanto en el ámbito físico como en el virtual. ”

Cruzando la línea divisoria

El astronauta Thomas Pesquet pasó casi doscientos días orbitando alrededor de la Tierra en la Estación Espacial Internacional. Tras experimentar esta perspectiva elevada y algo distante, comentó: "Desde allí arriba pude ver el impacto que estamos teniendo en el planeta". A medida que ampliamos los límites y nos adentramos en nuevos paradigmas virtuales, debemos ser conscientes de los efectos que cada ámbito tiene sobre los demás.

Puede que las tecnologías no amenacen abiertamente nuestras creencias, bienestar o formas de vida, pero sus aplicaciones pueden tener efectos nocivos imprevistos o utilizarse con fines maliciosos. Normalmente, las nuevas tecnologías deben someterse a la prueba de fuego de la aceptación social antes de avanzar hacia la adopción generalizada en la sociedad; aunque, como hemos visto con las criptomonedas y la IA, por ejemplo, la adopción de forma limitada no siempre implica una aceptación más amplia. Dado que la legislación suele ir por detrás de los rápidos avances tecnológicos, las normas éticas para la aplicación de dichos avances estarán conformadas inicialmente por los propósitos y valores de cada organización. En un nivel básico, consideraríamos los siguientes como principios fundacionales para las tecnologías digitales sostenibles:

- Alinearse con las creencias y valores sociales generalmente aceptados en la actualidad y en una sociedad dada.
- Proporcionar un beneficio neto a la tarea de sostener nuestro planeta y sus recursos naturales.
- Generar una confianza fundamental entre los individuos y dentro de los colectivos, evitando las amenazas a nuestro bienestar, privacidad y forma de vida.

Estos principios y mecanismos de retroalimentación están alineados con el anillo en nuestro modelo, la zona que marca la transición de lo físico a lo virtual. Veremos que la diversidad de opiniones (a nivel local y global), puede obstaculizar las soluciones generalizadas para estos principios.

En los debates sociales vemos esto todo el tiempo: ya sea a través de los titulares de las noticias, las creencias arraigadas que se comparten y debaten en las redes sociales o las discusiones con la familia y los amigos, el hecho es que formamos nuestras opiniones, individual y colectivamente. El mecanismo de retroalimentación social puede ser rápido y definitivo, o lento y muy debatido. Pero inevitablemente las leyes y normas serán aplicadas para establecer los límites de la aplicación de las tecnologías digitales. Cómo funcionará esto en la dimensión virtual está por ver, pero se espera que los próximos desarrollos amplíen más que nunca las directrices de la sabiduría convencional



Aterrizando la visión

Presentamos un resumen de las conclusiones de cada grupo de investigación en las páginas 24 a 61 de este documento. Hemos colocado todos los temas dentro de una de las 3 zonas del anillo para ayudar a explicar cómo se alinean con la visión general de este documento.

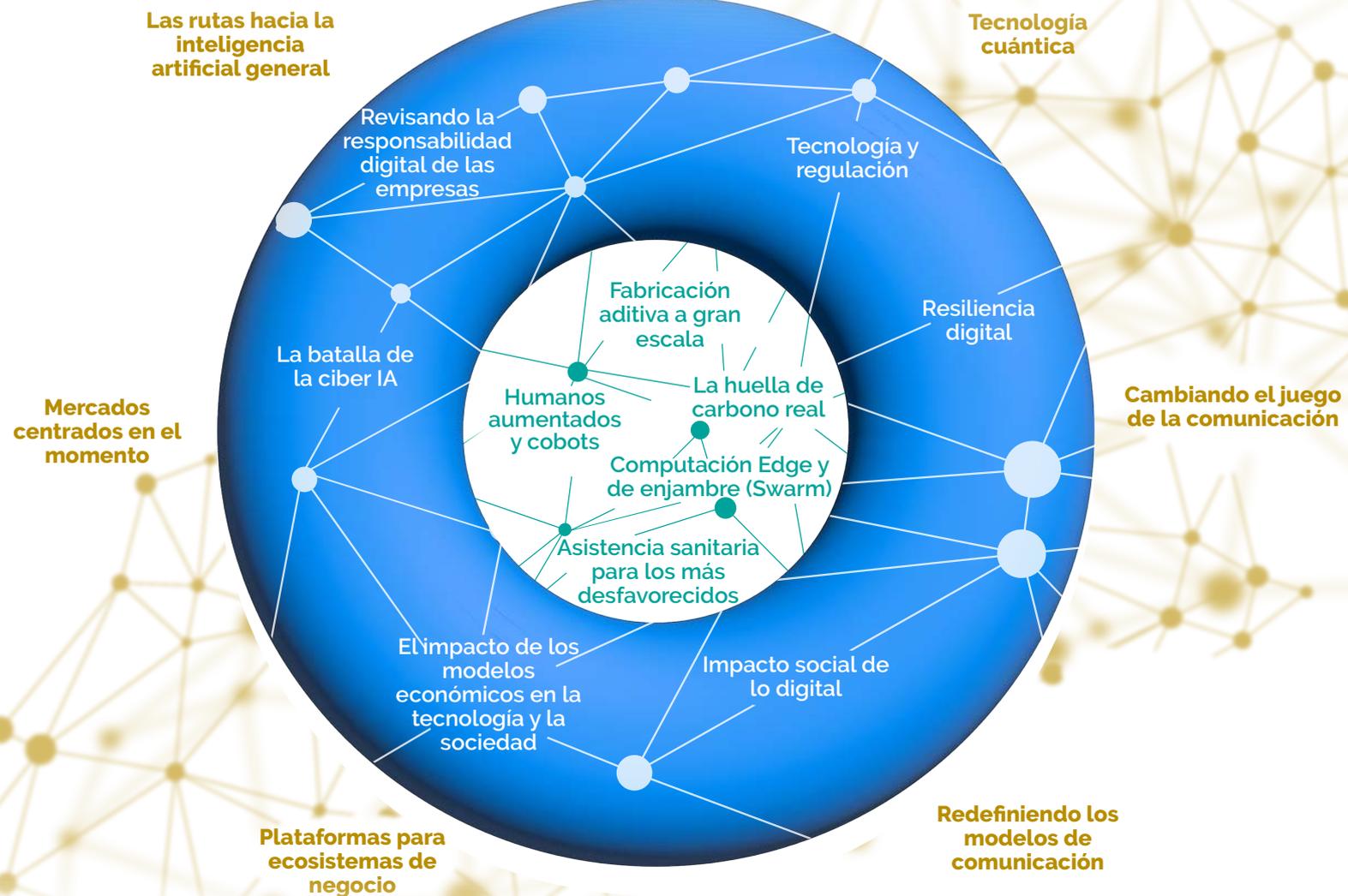


Figura 2: Alineación de las vías de investigación del viaje con las dimensiones físicas y virtuales

Varios de nuestros temas de investigación se han situado en el centro del anillo. Están firmemente arraigados en el ámbito de lo físico y, sin embargo, su desarrollo los está llevando a áreas que desafían los límites de las posibilidades físicas:

- Aumentar nuestras capacidades humanas, física y mentalmente;
- Repensar la forma en que gestionamos el ciclo de vida de los bienes y activos físicos;
- Gestionar la creciente conexión de las dimensiones física y virtual a través de tecnologías de edge computing;
- Responder colectivamente a nuestra continua y creciente responsabilidad de cuidar de los demás y del medio ambiente.

La forma en que respondamos a ellas determinará nuestra capacidad de aprovechar la dimensión virtual para abordar los retos del mundo físico. ¿Nos veremos frenados por las limitaciones del pensamiento convencional o seremos capaces de imaginar formas diferentes de alcanzar nuestros objetivos y propósitos en la vida?

Tal vez no resulte sorprendente que un número significativo de temas se encuadre en el área que marca la transición entre las operaciones físicas convencionales y la dimensión virtual. Tanto los gobiernos como los individuos están luchando con los desafíos asociados a operar en la dimensión virtual. En la figura 2 se ilustran ejemplos de estos retos.

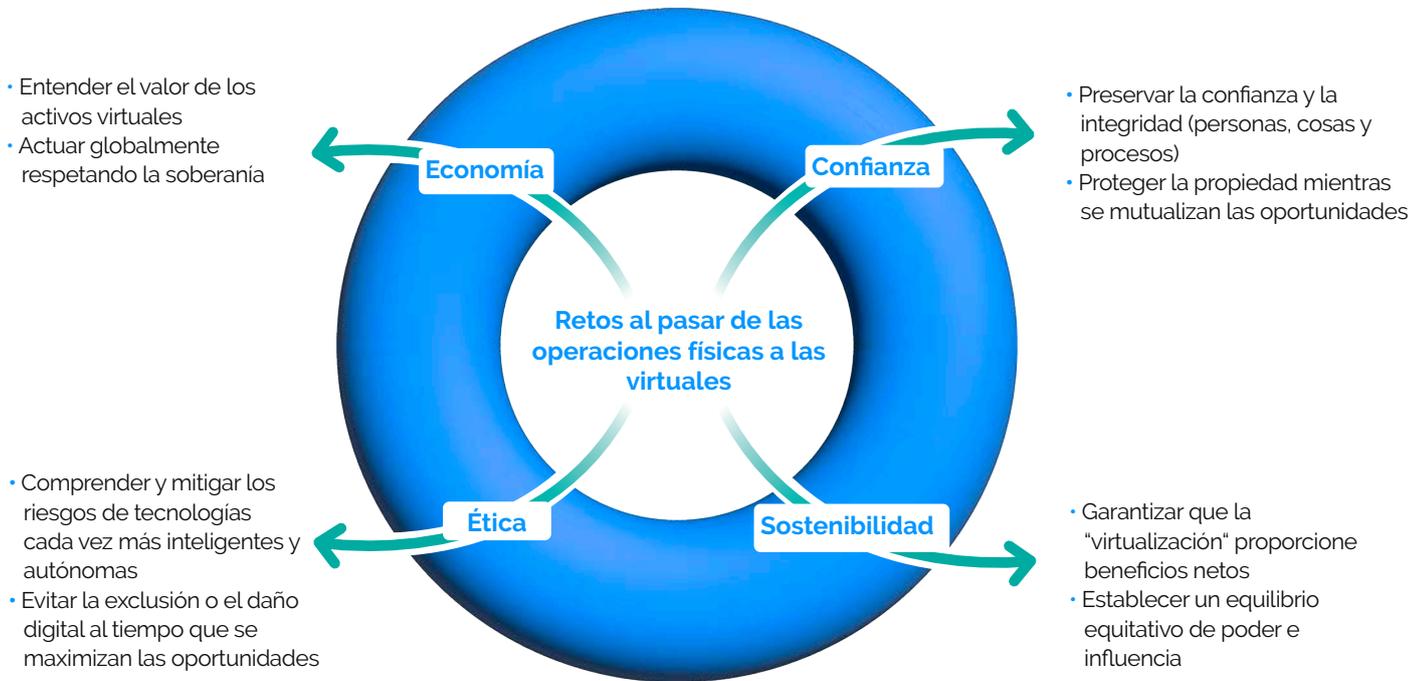


figura 3: Ejemplos de desafíos al cruzar la línea divisoria

Para los temas que hemos alineado con la dimensión virtual, es evidente que no operan totalmente en el ámbito virtual. En algún momento, siempre habrá puntos de contacto con el mundo físico y el verdadero valor sólo puede obtenerse tendiendo un puente entre lo físico y lo virtual.

Sin embargo, si aprovechamos las oportunidades adecuadamente, podrían llevarnos a un nivel diferente en cuanto a nuestra explotación de la tecnología:

- Habilitación de la potencia de cálculo;
- Comprender y realizar el valor de los datos;
- Eliminar las barreras en la forma de comunicarnos, colaborar e interrelacionarnos;
- Avanzar hacia la aspiración de una verdadera inteligencia artificial general.

Al explorar algunas de las posibilidades e implicaciones de operar en la emergente dimensión virtual, descubrimos algunos interesantes paralelismos entre los impulsores de la virtualización (en el sentido más amplio) y la jerarquía de necesidades de Maslow²⁴ de su teoría de la motivación humana. En el ámbito virtual, vemos **nuevos modos de operar** alineados con las necesidades fisiológicas y de seguridad fundamentales; **nuevos modos de relacionarse** que dan forma a nuestras necesidades de pertenencia y amor; **nuevos tipos de valores y negocios** que alimentan nuestras necesidades de estima individuales y colectivas; y por último, **nuevos modos de ser** que se convierten en un medio de autorrealización.

En el ámbito virtual, vemos que estas dimensiones de la realización de las necesidades son un continuo que se autorrefuerza, no una jerarquía. A medida que se extiende el ámbito virtual de lo posible, surgen continuamente nuevos modos de pensar y de ser que impulsan la necesidad de un pensamiento nuevo y cada vez más sólido sobre las necesidades fisiológicas y de seguridad. Ya vimos cómo esto se manifestó en el aumento del ciberacoso, el fraude de identidad digital y el estrés.

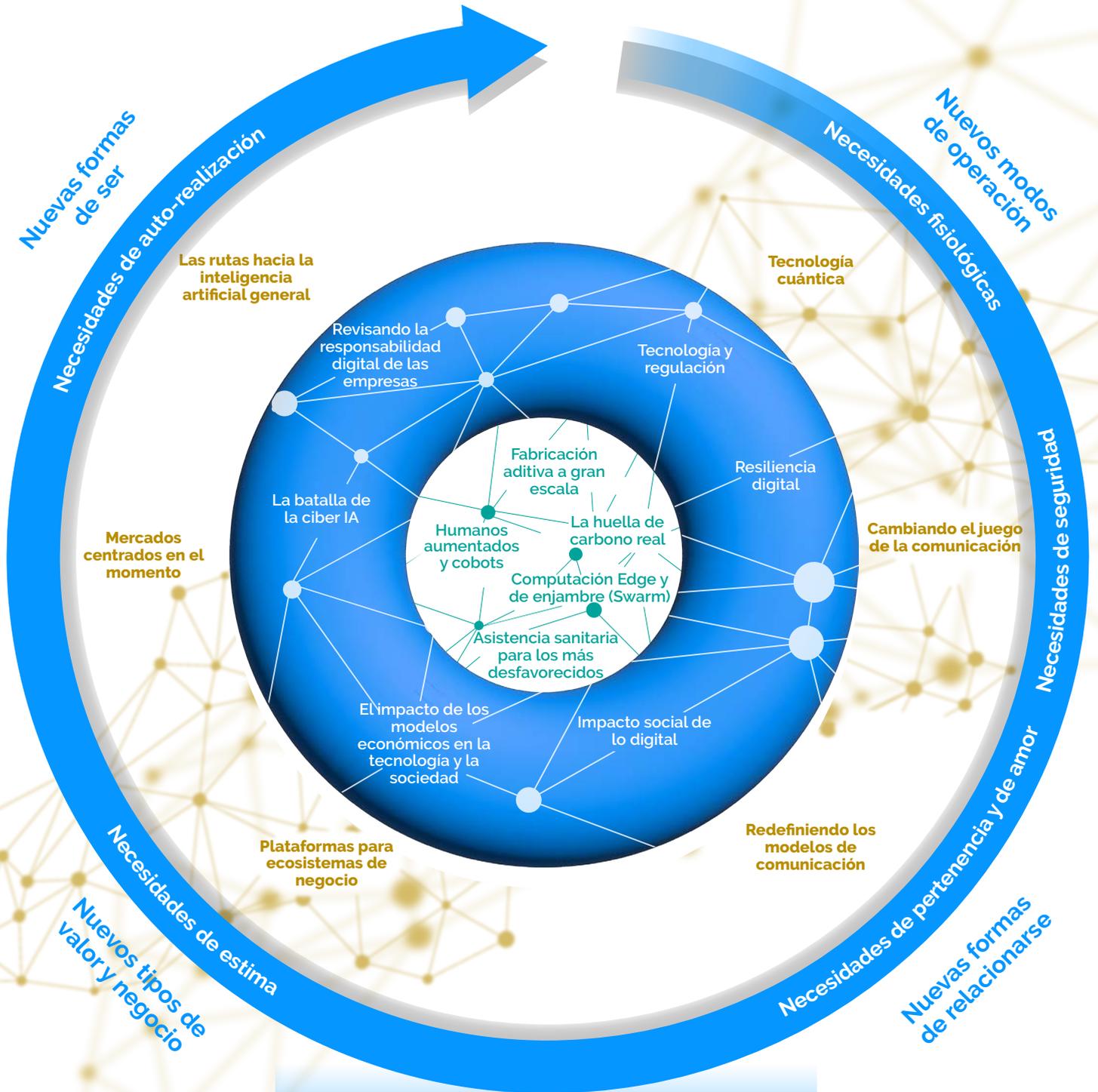
Esto nos lleva a una conclusión muy significativa: a pesar de lo que se pueda percibir en términos de las fronteras ilimitadas de la dimensión virtual, no podemos separarla completamente de las normas y valores que mantenemos en el ámbito físico.

Sigue siendo necesario:

- Conseguir lo básico,
- Garantizar la seguridad (y por tanto la confianza),
- Establecer interacciones y relaciones significativas, trabajando hacia un propósito que sustente nuestra autorrealización individual y colectiva.

24. masterclass.com/articles/a-guide-to-the-5-levels-of-maslows-hierarchy-of-needs#what-are-the-5-levels-of-maslows-hierarchy-of-needs

Figura 4: Nuevos modos de interacción con el mundo virtual



Las siguientes secciones de este documento le llevarán a través de algunas ideas de alto nivel sobre una serie de tendencias tecnológicas, empresariales y sociales. Cada una de ellas explora las oportunidades, retos y perturbaciones que podemos esperar en nuestro camino hacia 2026.

Ampliando las fronteras físicas



¿Cómo están ampliando la industria y la sociedad los límites de la operativa en el mundo físico?

Humanos aumentados y cobots

Desde el desarrollo de la primera herramienta básica, el ser humano ha tratado de ampliar sus capacidades naturales. El aumento humano sigue impulsando el progreso de la vida y los negocios en el mundo físico, y ahora en el digital. En la actualidad existen cuatro áreas principales de aumento humano (véase la figura 5), que en conjunto ayudan a complementar, mejorar, restaurar, replicar y estimular nuestras capacidades y sentidos naturales. Cada una de ellas tiene su hoja de ruta y su calendario de innovación específicos pero interconectados.

Prótesis y biónica

Los avances en materiales, diseño y tecnología han hecho que las prótesis pasen de sustituir partes físicas del cuerpo a una biónica más sofisticada e inteligente. La biónica proporciona interfaces musculares y neuronales, recogiendo señales biológicas (nerviosas o musculares) y convirtiéndolas mecánica o electrónicamente en movimientos de la máquina. Esto incluye el funcionamiento de exoesqueletos para trabajos físicamente exigentes, como el transporte de cargas pesadas o el trabajo en condiciones extremas en una variedad de casos de uso civiles y militares. Aunque gran parte del desarrollo de la biónica se centra en las extremidades, ahora está avanzando hacia otras funciones corporales, como la ortopedia, la audición, el corazón y la visión. En los próximos cinco años, es probable que la biónica siga avanzando hacia el apoyo a las funciones de más órganos vitales (como el hígado, el riñón o los pulmones), incluso sustituyéndolos, no sólo aumentándolos.

Cobots y avatares autónomos

Los chatbots y los asistentes digitales de ventas ya se han hecho cargo de ciertas tareas rutinarias, ayudando a los humanos a realizar su trabajo con más eficiencia y coherencia. Esperamos que sus interacciones sean cada vez más sofisticadas, y que los bots se unan e interactúen entre sí cuando trabajen en nombre de los humanos. Los bots y cobots podrán incluso analizar el comportamiento de los individuos y equipos humanos, detectando y alertando de comportamientos (erróneos) y ofreciendo pistas y/o estrategias para resolver o evitar dichas situaciones. Los robots avanzados y autónomos ejecutarán tareas predefinidas, comportándose adecuadamente en un contexto determinado, respetando todas las interacciones humanas y colaborando con otras máquinas autónomas, o incluso supervisándolas.

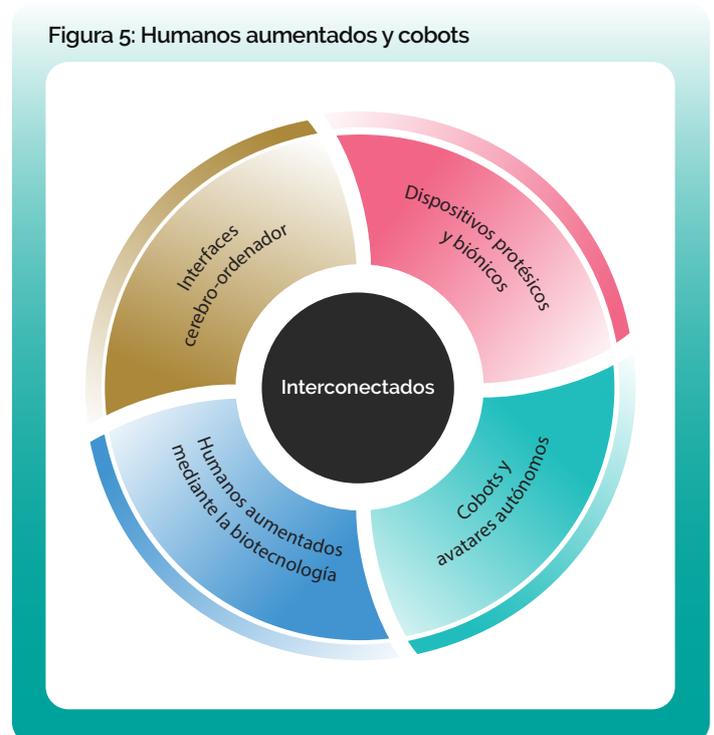
Aumento mediante biotecnología

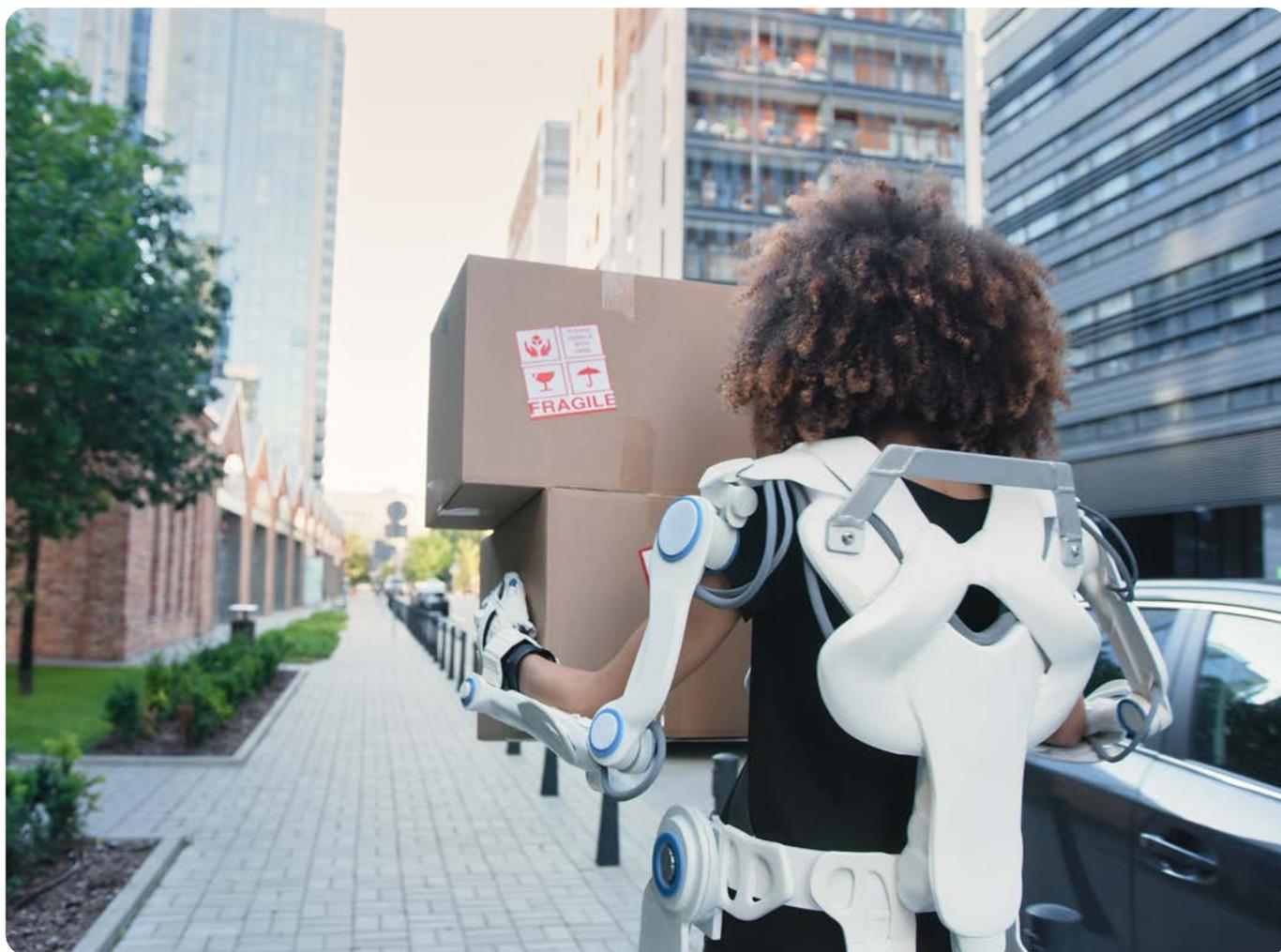
La biotecnología es otro ámbito de aplicación e investigación que contribuye al aumento de las capacidades humanas. Su abanico de oportunidades incluye la imitación de la naturaleza para crear materiales eficientes y biocompatibles; la reconstrucción de tejidos, nervios y órganos; y el uso de tecnologías genéticas para curar o proteger contra enfermedades (como ha demostrado recientemente la vacuna COVID-19 de ARNm). Las biotecnologías abren el mundo de la miniaturización de los dispositivos y las interacciones a nivel celular, conectando los dominios de la biología, la mecánica y lo digital.

Interfaces entre el cerebro y el ordenador

Las interfaces cerebro-ordenador (BCI) captan y estimulan las señales neuronales, interpretando y dirigiendo las respuestas según sea necesario. Se prestan a la siguiente fase de avance de los dispositivos biónicos. Las acciones que permiten las BCI son impulsadas directamente por la actividad cerebral y no por señales indirectas como el movimiento muscular. Pueden ayudar a crear bucles de retroalimentación críticos para perfeccionar las operaciones biónicas basadas en la retroalimentación visual y/o la salida motora. El cerebro humano es el sistema central de control y decisión de nuestro cuerpo, pero cada vez hay más oportunidades prácticas de interconexión con dispositivos externos: los BCI y la biónica pueden converger para crear soluciones de aumento con mayor capacidad de respuesta. Más allá de las diversas aplicaciones médicas, los BCI pueden extenderse a ámbitos como la seguridad, la educación, el entretenimiento, el marketing y la interacción con entornos inteligentes.

Figura 5: Humanos aumentados y cobots





Áreas clave del aumento humano y cómo se apoyan unas en otras

Ya hay una serie de casos prácticos de uso de **prótesis y dispositivos biónicos, así como de avatares y cobots** autónomos, que seguirán creciendo y desarrollándose en diversos sectores industriales. La incorporación de las capacidades que permiten **la biotecnología, las interfaces cerebro-ordenador y la neuro tecnología** ampliará aún más los límites de lo posible, pero también exigirá una profunda investigación en los ámbitos de la ética y los derechos humanos. Aunque los distintos ámbitos del aumento humano tienen horizontes temporales diferentes, están fuertemente interconectados y se influyen mutuamente. Por ejemplo, las biotecnologías ayudarán a crear una biónica más sostenible y compacta, capaz de responder a las señales del cerebro e incluso de alimentar componentes digitales.

El progreso conlleva responsabilidad

El aumento humano tiende un puente entre las capacidades naturales de nuestros cuerpos humanos y las capacidades "always on" y escalables de las tecnologías digitales y físicas. Ayuda a abordar la creciente brecha de un mundo digital que impulsa a los humanos a hacer cada vez más, desplegando una nueva continuidad de soluciones híbridas. Queda la cuestión de si lo hacemos de forma responsable mediante mejores condiciones de vida y de trabajo, o si acabamos subyugando unas a otras.

Se requieren algunos principios básicos, como:

- **Concienciación:** saber si las interacciones y experiencias son reales, virtuales o aumentadas.
- **Elección:** control personal sobre las identidades digitales y grados de aumento.
- **Complimiento:** principios rectores aprobados internacionalmente que establecen una visión única de lo que es aceptable o permitido.
- **Accesibilidad:** Las nuevas capacidades deben ser ampliamente accesibles, fomentando la colaboración y la inclusión.
- **Exclusión:** la tecnología de aumento humano no debe excluir ni discriminar.

Es probable que el aumento de la capacidad humana cobre protagonismo en nuestra vida cotidiana. Los casos de uso y las innovaciones existentes presentan enormes oportunidades: las empresas deben explorar cómo pueden adoptarlas y beneficiarse de ellas.

A medida que las tecnologías de aumento humano maduren, la atención y el enfoque pasarán rápidamente de las cuestiones técnicas a las éticas. Nuestra responsabilidad debe crecer al mismo ritmo que nuestra sofisticación técnica.

Computación Edge y de enjambre (swarm)

La computación Edge se ha convertido en el tejido subyacente del continuo de la computación, un medio omnipresente de conectar, sensorizar, inferir y actuar. Conecta a las redes de alta velocidad, los servicios multi-nube, las fuentes de datos y los consumidores de datos, revelando oportunidades casi ilimitadas de nuevas propuestas de valor. La flexibilidad, la funcionalidad y el alcance de las soluciones Edge ya están transformando la experiencia de usuario y las soluciones de negocio. La convergencia progresiva de la nube, la red y el Edge (con el consiguiente solapamiento competitivo entre los hiperescalares y los proveedores de servicios de telecomunicación) acelerará aún más la innovación y la inversión.

Rutas para escalar las soluciones Edge

El crecimiento exponencial se ve cada vez más limitado por los retos de la evolución constante de los stacks de hardware y software heterogéneos. Tanto es así que nos enfrentamos a un punto de inflexión en el que una mayor expansión coherente en el borde de la nube será insostenible sin una importante innovación de hardware y software. Estas innovaciones deben abordar cuestiones como el soporte operativo de por vida, la seguridad, la privacidad de los datos y la eficiencia energética, así como el paso a ecosistemas Edge dinámicos. Esperamos ver los siguientes avances importantes:

Seguridad/identidad

El área de seguridad Edge debe sustentar la identificación y autenticación de cada dispositivo físico (idealmente con módulos de seguridad de hardware), así como el cifrado de extremo a

extremo de la transmisión de datos. Las tecnologías de registro distribuido desempeñarán un papel clave en la autenticación y la trazabilidad de los intercambios entre dispositivos. Desde el punto de vista de las operaciones, los proveedores de soluciones Edge tendrán que cooperar en la identificación de amenazas y sustentar a los centros de operaciones de seguridad distribuidos.

Conectividad

Gran parte del valor de las soluciones Edge está vinculada a su extensión y alcance geográficos. Una conectividad buena y ubicua es esencial, pero muchos despliegues en el borde de la nube se darán en lugares remotos, por ejemplo, los que supervisen y controlen las redes de servicios como agua, electricidad, gas, etc.. Mientras que el crecimiento de las redes 5G públicas y privadas cubrirá las demandas de alta densidad al borde de la nube, podemos esperar que la tecnología emergente de satélites en enjambre llene muchos de los vacíos.

Figura 6: Impacto de la investigación y desarrollo en tecnologías emergentes de Edge y Swarm (enjambre)





Sostenibilidad

Uno de los posibles obstáculos a los despliegues Edge a escala extrema es su sostenibilidad, en términos de materias primas necesaria para la producción de dispositivos, la naturaleza desechable percibida de algunos dispositivos de borde (en particular a medida que nos acercamos a la nano-escala), y la energía necesaria para alimentar las redes y los dispositivos. Podemos esperar mallas de borde más inteligentes que sean capaces de optimizar su funcionamiento colectivo, adaptando su funcionalidad según las cargas de trabajo. En particular, en los nodos de borde, esto ayudará a minimizar los requisitos de la infraestructura desplegada. Las mallas de borde funcionarán de forma similar a las nubes más convencionales, en las que los recursos se activan y desactivan según las necesidades.

Funcionamiento y mantenimiento

A medida que las soluciones Edge se vuelvan más dinámicas e interoperables, tendrán que emplear herramientas de virtualización y abstracción, esencialmente microcontenedores. Las soluciones ligeras y de bajo coste operativo, como Microk8, contribuirán a la portabilidad, la capacidad de despliegue, la capacidad de actualización y las funciones de autocuración de las mallas al borde de la nube. Los lenguajes de programación y los kits de desarrollo creados específicamente soportarán y expondrán explícitamente las propiedades funcionales y no funcionales que cubrirán áreas como los niveles de privacidad, la calidad del servicio, la latencia y el consumo de energía. Los marcos y algoritmos de orquestación inteligentes apoyarán la componibilidad e interoperabilidad de los enjambres de dispositivos

Tendencias emergentes

A medida que las áreas de desarrollo mencionadas anteriormente vayan alcanzando su madurez, veremos una serie de tendencias emergentes:

Inteligencia de enjambre - La malla de dispositivos al borde de la nube se convertirá en inteligencia de enjambre, mostrando el comportamiento colectivo de los sistemas descentralizados y autoorganizados. La inteligencia de enjambre ayudará a cambiar las arquitecturas estáticas del sistema IoT de aplicaciones de dispositivo/Edge/nube para que sean más dinámicas, y para que aprovechen y gestionen de forma más inteligente los datos generados por los casos de uso, cada vez más numerosos.

La interacción autónoma de múltiples robots remotos ayudará a resolver retos complejos que hoy no se consideran posibles. El enjambre, o aprendizaje federado, utilizará redes de

agentes que realizan el entrenamiento de la IA al borde de la nube, eliminando la necesidad de un control central. La exposición restringida de los datos supondrá aplicaciones más seguras y menos problemas de privacidad.

Hardware y software de borde evolucionarán hacia sistemas operativos y de hardware inteligentes, con características de plug and play, autoconfiguración, autogestión y autoajuste. Los avances en hardware como los chips neuromórficos, que imitan el funcionamiento del cerebro humano, harán que los nuevos dispositivos sean aún más inteligentes. Las neuronas y sinapsis artificiales permitirán ejecutar formas más eficientes de redes neuronales con menor latencia y consumo de energía. Estas características son ideales para los escenarios de IA al borde de la nube. El desarrollo de sensores de banda ultra-ancha aportará soluciones para la detección de alta precisión y la sensorización mediante imágenes.

Smart dust representa un avance que utiliza la nanotecnología para llevar el Edge a nuevos horizontes. Ya estamos viendo la producción de cámaras con el tamaño de un grano de sal, y moléculas funcionales capaces de detectar y neutralizar células cancerosas o virus dentro del cuerpo humano. Los captadores de energía a nanoescala generarán energía a partir de pequeños movimientos y vibraciones de su entorno, lo que abrirá todo un nuevo abanico de posibilidades para los sistemas microelectromecánicos (MEMS). Podemos esperar que los primeros desarrollos se centren en los ámbitos de la exploración espacial, el control de plagas en la agricultura, las previsiones meteorológicas y el mantenimiento de equipos. A pesar de todas las emocionantes posibilidades, no debemos olvidar que el impacto ecológico y ético de la distribución masiva de dispositivos de Smart Dust tendrá que ser cuidadosamente supervisado y gestionado.

Mirando hacia 2026

Las tecnologías Edge crecerán en alcance, funcionalidad e inteligencia. Los enjambres colaborativos de dispositivos conectados en el borde de la nube, - desde pelotones de vehículos autónomos hasta ciudades inteligentes, e incluso hospitales dentro del cuerpo - aportarán una nueva dimensión de automatización, conocimiento y mejora de la vida. Pero a medida que el Edge se vuelve cada vez más omnipresente, la superficie de ataque potencial se expande: la seguridad, la privacidad, la resiliencia y la gestión del ciclo de vida deben estar en el centro de las futuras arquitecturas Edge.

Fabricación aditiva a gran escala

Uniando los mundos digital y físico

Al igual que la revolución de la virtualización en la provisión de infraestructura digital, la digitalización de la fabricación se enfrenta a una nueva ola de disrupción por la fabricación aditiva.

En los últimos cuarenta años, la fabricación aditiva (AM) se ha percibido ampliamente como una tecnología de nicho utilizada por aficionados o en la creación de prototipos. Sin embargo, los avances en los procesos y la tecnología de los materiales han provocado una revolución silenciosa en áreas tan diversas como la aeroespacial, la sanitaria, la inmobiliaria y la de la moda. Estos avances sugieren un futuro de adopción de la fabricación aditiva a gran escala (LSAM).

La gran escala puede entenderse como grande en tamaño físico; grande en volumen (producción en masa); o grande en alcance (trasladar la producción al límite).

De lo digital a lo físico

La fabricación aditiva consiste en la superposición sucesiva de material a lo largo de una trayectoria tridimensional definida por una representación digital del objeto que se está creando. Plásticos, metales, hormigón, resinas e incluso células vivas pueden ser depositados por un cabezal de impresión robótico para formar estructuras de complejidad arbitraria.

Para más información, consulte nuestro libro blanco "Impresión 3D²⁵".

Los motores del cambio

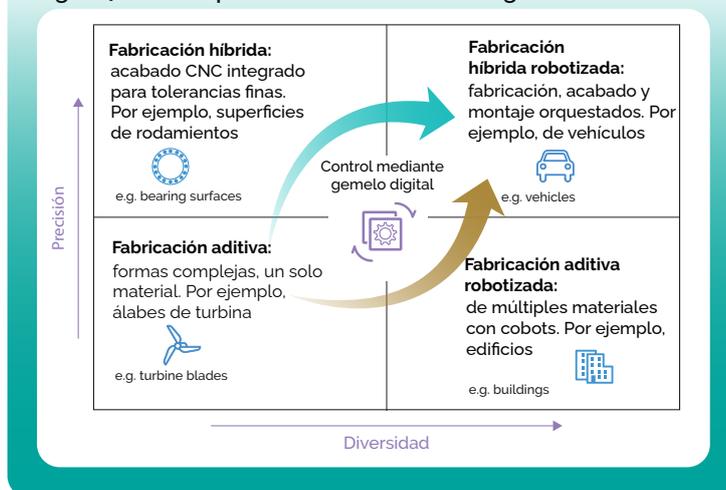
Escala	Motores del cambio	Ejemplos de caso de uso
Tamaño grande	Complejidad del diseño; eficiencia de la construcción in situ	Edificios complejos; carcasas de cohetes; submarinos, viviendas asequibles
Gran alcance	Optimización logística; personalización; resiliencia de la cadena de suministro	Piezas de recambio; bienes de consumo personalizados; aplicaciones médicas; impresión bajo demanda
Gran volumen	Personalización en masa; reducción de residuos de materiales	Grandes lotes de implantes dentales personalizados; componentes de vehículos, medicina personalizada

Si se aplica correctamente, el enfoque en la reducción de residuos, la fabricación nearshore e incluso la fabricación local pueden aportar beneficios medioambientales, aunque estos deben equilibrarse con las necesidades energéticas de la producción y distribución de materias primas y el propio proceso de AM.

Las rutas de la AM a gran escala

Anticipamos la aparición de la fabricación híbrida robótica que explote las capacidades colectivas de la fabricación aditiva, la fabricación sustractiva²⁶ y la flexibilidad de la robótica para formar y ensamblar estructuras complejas y compuestas de todas las formas y tamaños. Las tecnologías de gemelos digitales desempeñarán un papel clave en la simulación, el control y la garantía del ciclo de vida desde el diseño digital hasta el producto físico. La evolución de la precisión y la diversidad en LSAM se muestra en la figura 7.

Figura 7: Las vías para la fabricación aditiva a gran escala



25. <https://atos.net/wp-content/uploads/2022/03/3d-printing-whitepaper.pdf>
 26. Cuando se da forma a un objeto extrayendo material de una masa mayor de material

Fabricación híbrida: los avances en la tecnología AM y la ciencia de los materiales impulsarán la mejora de la calidad del acabado y la precisión dimensional. Sin embargo, será muy difícil ofrecer la precisión necesaria para cosas como rodamientos o superficies de sellado. A corto y medio plazo, al menos, los acabados de alta tolerancia requerirán la incorporación al proceso de fabricación de técnicas sustractivas como el torneado y el rectificado CNC²⁷.

Fabricación aditiva robotizada: las nuevas técnicas de AM permitirán progresivamente la combinación de materiales con propiedades muy diferentes, como metales y plásticos. La complejidad se verá reforzada por los cobots orquestados que ejecutarán otros pasos de producción y montaje. Por ejemplo, al imprimir en 3D un edificio, los movimientos del cabezal del extrusor de hormigón se coordinarán con robots que coloquen ventanas, puertas y tuberías.



Desafíos y oportunidades

La realización de la visión de la LSAM pasará por una serie de desarrollos tecnológicos y de procesos:

Multi herramientas	Los cambios en los cabezales de impresión durante el proceso combinarán diferentes métodos de fabricación. Los cabezales de modelado por deposición fundida crearán las formas del material base, los cabezales de fresado refinarán las superficies críticas y los cabezales de pintura añadirán tratamientos superficiales.
Multi materiales	Los cabezales de impresión múltiples combinarán diferentes materiales y métodos de fusión/alimentación. La impresión 4D producirá objetos que respondan a estímulos externos: por ejemplo, implantes médicos adaptables.
Estructuras ensambladas	La colocación robotizada de piezas estándar, como sujetadores, ejes y componentes electrónicos complejos creará montajes complejos.
Recogida inteligente de datos	El aseguramiento de la calidad del AM requerirá la recopilación y el análisis automatizados de los datos del proceso. Los procesos integrados de detección predictiva de errores y de certificación de la calidad son esenciales para las aplicaciones críticas de seguridad.
Garantía de calidad y servicio	Los vacíos de material y la delaminación se evitarán mediante la comprobación de la tolerancia dimensional en el proceso, el análisis por vídeo y el ajuste automático de la trayectoria de impresión. Las plataformas digitales creadas específicamente gestionarán la garantía del proceso de principio a fin.
Propiedad intelectual	Técnicas como el cifrado de umbrales de los comandos de impresión, la tokenización de las licencias y los identificadores físicos ²⁸ se utilizarán para garantizar que los productos sólo sean impresos por las partes autorizadas.
Seguridad y protección	La seguridad digital protege la integridad de las rutas de datos de extremo a extremo. La seguridad física, que se consigue mediante el análisis de vídeo en tiempo real, garantiza la seguridad de quienes trabajan cerca de los dispositivos AM.
Estándares	Se carece de normas de orquestación para los dominios de procesos y equipos cruzados, que deben ser establecidas para apoyar la evolución del proceso LSAM.

Un catalizador del cambio

Estamos llegando a un punto de inflexión en el que las exigencias de individualización del producto, globalización, coste, velocidad, etc., están alcanzando los límites de la innovación y la optimización en la industria manufacturera. El LSAM puede actuar como catalizador de una nueva ola de cambio, especialmente cuando se combina con los principios del diseño generativo²⁹ y la tecnología digital complementaria de los gemelos digitales. Podemos esperar herramientas de diseño, simulación y producción perfectamente integradas, capaces de fabricar productos optimizados en función del contexto con geometrías complejas y materiales compuestos innovadores.

Fabricación como código (MANaC)

"Todo como código" es un enfoque de aprovisionamiento de sistemas digitales en el que las instrucciones de despliegue se codifican y automatizan para lograr agilidad y eficiencia. Pueden adoptarse principios similares en el control y la orquestación de extremo a extremo de la fabricación híbrida robótica.

27. Control numérico computarizado

28. Por ejemplo, números de serie o etiquetas RFID pasivas presentadas como partes integrales del objeto físico, cuya autenticidad se valida contra los registros de licencias de blockchain.

29. El diseño generativo utiliza software para conceptualizar y optimizar iterativamente el diseño del producto.

Asistencia sanitaria para los más desfavorecidos

Las inversiones que se están realizando en salud digital están sentando las bases que repercutirán positivamente en la equidad asistencial, los resultados para los pacientes y la eficiencia de la atención sanitaria. La interacción tecnológica entre el paciente, la comunidad y el proveedor mejorará aún más la respuesta a las enfermedades.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), "la equidad es la ausencia de diferencias injustas, evitables o remediables entre grupos de personas, tanto si esos grupos se definen social, económica, demográfica o geográficamente como por otras dimensiones de desigualdad (por ejemplo, sexo, género, etnia, discapacidad u orientación sexual)". La salud es un derecho humano fundamental. La equidad sanitaria se logra cuando todos pueden alcanzar su pleno potencial de salud y bienestar³⁰.

La pandemia de COVID-19 ha demostrado que estamos lejos de este ideal. Los grupos de población desfavorecidos se han visto afectados de forma desproporcionada³¹ a través de una amplificación de los factores relacionados con los entornos de vida deficientes y la falta de acceso a la sanidad pública de calidad, creando huéspedes susceptibles y puntos calientes. La Ley de Asistencia Inversa Digital afirma que las personas más necesitadas de apoyo (en particular, las personas mayores y las que sufren privaciones sociales) suelen ser las menos propensas a comprometerse con las plataformas digitales³² y, sin embargo, las plataformas de salud y bienestar tienen el potencial de desbloquear significativamente los servicios de asistencia para aquellos que posiblemente más los necesitan.

Además, el Parlamento Europeo ha calculado que las pérdidas relacionadas con la desigualdad sanitaria cuestan alrededor del 1,4% del PIB en la UE; esta cifra se acerca al gasto total de la UE en defensa, que es del 1,6% del PIB³³. Existe un claro imperativo humanitario y económico para reequilibrar la situación.

Causas profundas de la desigualdad sanitaria

Los orígenes de la inequidad sanitaria pueden atribuirse a dos dimensiones críticas:

- Asignación desigual de recursos,
- Condiciones sociales, económicas o ambientales desiguales, que conducen a una mayor susceptibilidad general a la enfermedad.

Las personas que tienen acceso a una atención regular de buena calidad, especialmente a la atención primaria, tienen más probabilidades de que se les diagnostiquen antes las dolencias crónicas, lo que se traduce en mejores resultados sanitarios y un menor coste global de la atención en la comunidad.

La tecnología digital: un factor clave para abordar las disparidades sanitarias

La tecnología desempeña un papel cada vez más importante a la hora de facilitar la equidad sanitaria, especialmente a medida que los determinantes sociales de la salud, como el empleo, la vivienda y las prestaciones, se dan cada vez más en línea. Si bien la pandemia puso de manifiesto el papel de Internet y la tecnología digital para permitirnos vivir nuestra vida cotidiana, trabajando y aprendiendo desde casa durante los confinamientos, también arrojó una luz brillante sobre su papel en la asistencia sanitaria. Las tecnologías digitales se han convertido en elementos clave para abordar el acceso a la atención sanitaria a través de la atención virtual en entornos ambulatorios, el acceso a la información a través de portales de pacientes, la coordinación



30. [who.int/health-topics/health-equity](https://www.who.int/health-topics/health-equity)

31. Ali S, Asaria M, Stranges S. COVID-19 and inequality: are we all in this together? *Can J Public Health*. 2020;111(3):415-416. doi:10.17269/541997-020-00351-0

32. <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/health-inequities-and-their-causes>

33. Davies AR, Honeyman M, Gann B. Addressing the Digital Inverse Care Law in the Time of COVID-19: Potential for Digital Technology to Exacerbate or Mitigate Health Inequalities. *J Med Internet Res*. 2021;23(4):e21726. Published 2021 Apr 7. doi:10.2196/21726 (nih.gov)

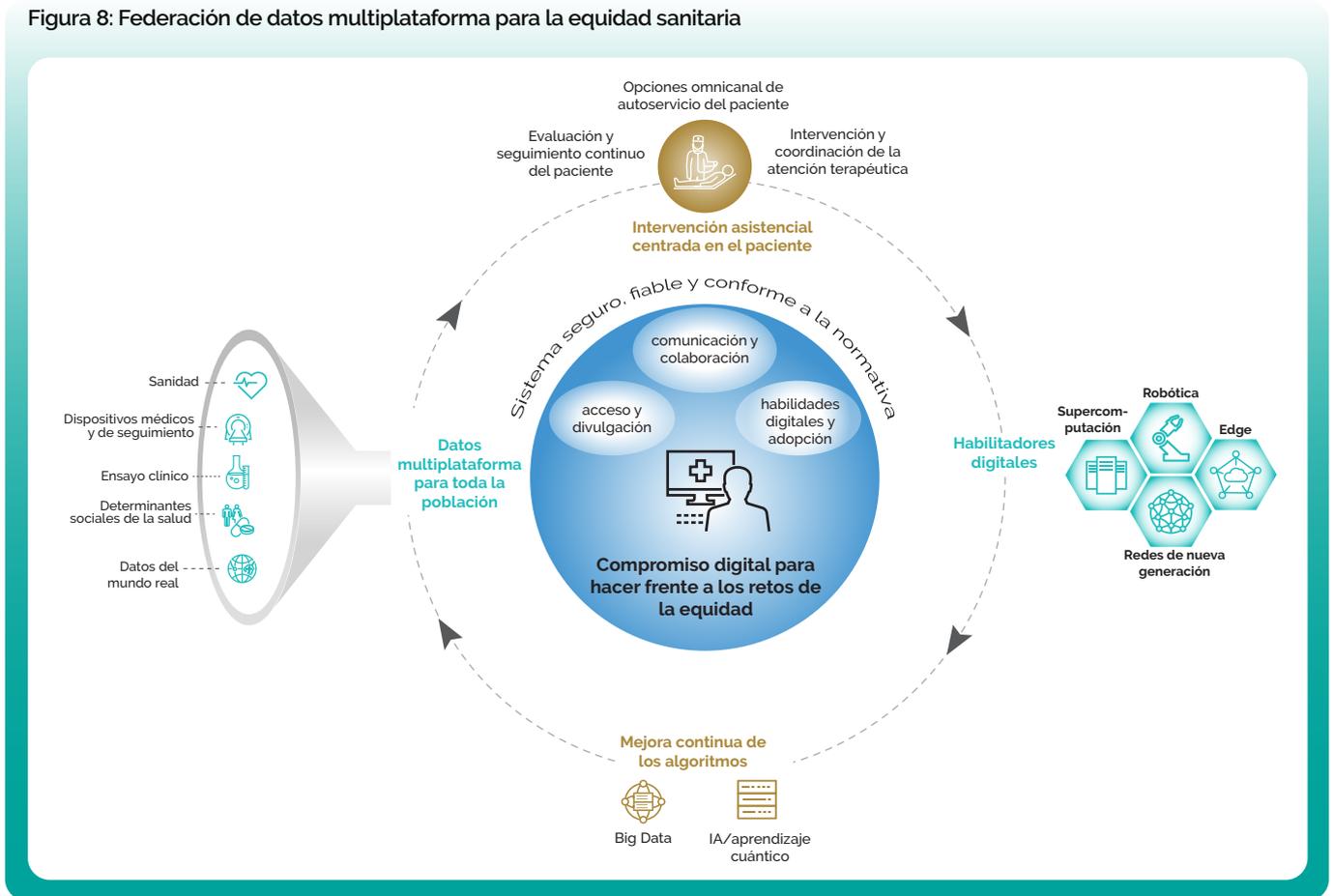
de la atención omnicanal centrada en el paciente, la investigación clínica y las oportunidades de transformación en todo el ecosistema sanitario.

En 2026 habrá un enfoque mucho mayor en la construcción de puentes o canales seguros y regulados entre silos de datos sanitarios discretos y distribuidos. La federación de datos confiable y regulada liberará el potencial de las fuentes de datos distribuidas para los ecosistemas conectados y empoderados que incluyen pagadores, proveedores, empresas de ciencias de la vida y organizaciones de salud pública. Las plataformas de apoyo se alimentarán (a escala) de numerosas fuentes de datos. Gracias a las capacidades de acceso y seguimiento de los pacientes a distancia, ahora es posible ofrecer una asistencia sanitaria ampliada a las comunidades desatendidas, dándoles la oportunidad adicional, si lo desean, de participar en ensayos

clínicos que antes no estaban disponibles. A su vez, esto proporciona un conjunto aún más rico de datos sociales, médicos y genómicos.

La participación de las personas y las comunidades a través de intervenciones digitales habilitadas por los ecosistemas de datos allanará el camino hacia la medicina de precisión: los tratamientos adecuados a la persona adecuada en el momento oportuno. En última instancia, la combinación de servicios de plataforma capaces de simular los diferentes procesos del cuerpo humano podría conducir al sueño de crear un gemelo digital de cada individuo. Esto potenciaría aún más las oportunidades derivadas de la inteligencia artificial, los ordenadores de alto rendimiento e incluso los algoritmos cuánticos para analizar y predecir los resultados y, por tanto, lograr intervenciones más eficaces, incluida la prevención.

Figura 8: Federación de datos multiplataforma para la equidad sanitaria



Es fundamental comprender los factores subyacentes (y a veces dinámicos) que contribuyen a las desigualdades digitales para evitar que se agraven. Por ejemplo, abordar las desigualdades en materia de salud a través de la inclusión digital proactiva requiere un proceso consciente para abordar la experiencia del usuario de acuerdo con la alfabetización digital individual, la madurez, la disponibilidad y la asequibilidad. La inclusión digital se aplica no solo a las poblaciones atendidas, sino también a los proveedores y cuidadores de la comunidad, al ponerlos en contacto con especialistas y servicios que antes no estaban disponibles.

En conclusión, facilitar el acceso digital, la infraestructura y la conectividad contribuirá en gran medida a abordar las disparidades sanitarias. Permitir que las comunidades y los individuos aprovechen la tecnología para mejorar su conocimiento y respuesta a las enfermedades, fomentará las decisiones saludables basadas en el contexto ambiental y los recursos disponibles. Las notables y crecientes inversiones que el mercado está realizando actualmente en salud digital están sentando las bases para influir positivamente en la equidad asistencial, los resultados de los pacientes y la eficiencia de la atención sanitaria para las generaciones futuras.

La huella de carbono real

Las iniciativas de descarbonización deben considerarse de forma holística y no a través de marcos de referencia únicos. Se requieren cambios sustanciales en la forma de innovar para trabajar juntos en beneficio colectivo en la guerra de la descarbonización.

Subiendo la apuesta

El impacto del CO₂ ya no se considera una externalidad³⁴ como en la primera revolución industrial. Ahora es una parte fundamental de nuestras responsabilidades en materia de salud y bienestar. La ciencia y la tecnología pueden aportar importantes contribuciones a la prevención y sanación medioambiental, al igual que hacen con nuestros cuerpos humanos.

Tras la conferencia COP26 celebrada en noviembre de 2021 en Glasgow, existe una urgencia renovada por limitar el impacto que la humanidad tiene sobre el planeta Tierra. Parece que surgen continuamente objetivos, iniciativas y acuerdos revisados, y hay grandes visiones para un futuro mundo neutro en carbono. Visiones que abarcan todo tipo de planes grandiosos, desde la electrificación de todo, hasta el secuestro de carbono y la economía verde del hidrógeno

Respondiendo al desafío

Aunque no cabe duda de que es necesario tener una visión de conjunto, la mayoría de las empresas no pueden contribuir directamente a estas iniciativas de gran escala y transformación. Entonces, ¿cómo pueden embarcarse con éxito y de forma significativa en su propio viaje hacia la neutralidad en emisiones de carbono? ¿Cómo puede todo el mundo contribuir a la solución de un futuro más sostenible?

A pesar del amplio espectro de oportunidades para participar en iniciativas ecológicas, la respuesta a estas preguntas quizá no sea tan sencilla como puede parecer a primera vista. Lo que no se puede ignorar es que nos enfrentamos a un problema de sistema de sistemas. Se trata de un problema con interdependencias complejas que no puede considerarse desde una perspectiva aislada. Cualquier iniciativa puede

parecer que ofrece beneficios desde un marco de referencia, pero si se mira de forma holística, esos beneficios pueden ser reducirse o incluso anularse. A modo de ejemplo: la compra y el funcionamiento de un vehículo eléctrico (VE) tiene mucho sentido en términos de reducción de la necesidad de combustibles de hidrocarburos, pero los beneficios sólo se consiguen si la electricidad utilizada para cargar las baterías se genera sin emisiones de carbono. Además, debe superarse un punto de equilibrio antes de que el impacto del carbono de la fabricación del vehículo eléctrico se compense por completo en comparación con un vehículo de gasolina³⁵. Y esto sin tener en cuenta las implicaciones éticas y de sostenibilidad más amplias de la extracción de materias primas para la producción de baterías³⁶.

Los programas de descarbonización y las normativas específicas pueden ayudar a tapan agujeros concretos e impulsar el cambio social, pero debemos evitar consecuencias perjudiciales no deseadas en otros ámbitos. Esto exige un enfoque de sistema de sistemas en nuestras estrategias de descarbonización.

Comprender las dimensiones de la ecuación de descarbonización

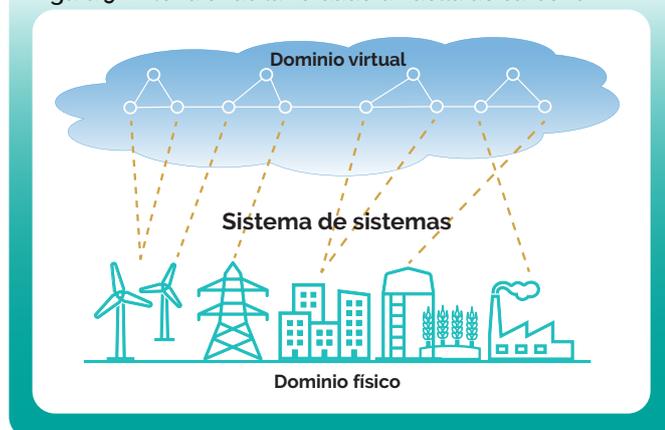
El problema de la descarbonización del sistema de sistemas abarca seis dimensiones principales:

- Tecnología: ¿son técnicamente posibles los cambios propuestos?
- Economía: ¿cómo se financiarán la transformación y las operaciones en curso?
- Externalidades: ¿cuáles son las implicaciones más amplias del cambio?
- Regulación: ¿cómo se aplicarán los cambios operativos?
- Ética: ¿cómo se verán afectados los derechos humanos?
- La sociedad: ¿en qué medida se adoptarán los cambios necesarios?

Todas estas dimensiones deben demostrar colectivamente

Comprender el impacto integral de las operaciones del mundo físico requiere un enfoque de sistema de sistemas. El mundo virtual puede ofrecer información valiosa y práctica a través de la simulación, la predicción y la optimización.

Figura 9: Entendiendo la verdadera huella de carbono



34. Un coste o beneficio causado por un productor que no se refleja en la cadena de valor de ese productor.

35. [reuters.com/business/autos-transportation/when-do-electric-vehicles-become-cleaner-than-gasoline-cars-2021-06-29/](https://www.reuters.com/business/autos-transportation/when-do-electric-vehicles-become-cleaner-than-gasoline-cars-2021-06-29/)

36. borgenproject.org/alternatives-to-cobalt-mining/



un beneficio global. Por ejemplo, el secuestro de carbono en antiguas minas subterráneas³⁷ puede ofrecer beneficios inmediatos, pero ¿se conocen bien las externalidades a largo plazo y podría el proceso encontrarse con objeciones sociales similares a las del fracking³⁸? Tampoco debemos olvidar que, para ciertas economías, puede que no haya alternativas si se quieren alcanzar los objetivos acordados a nivel mundial. Existe una necesidad imperiosa de contar con ontologías comunes que garanticen que los sistemas y los objetivos hablen el mismo idioma y, por tanto, se ajusten a principios comunes y coherentes. Necesitamos herramientas que nos proporcionen la perspectiva global necesaria, y debemos ser capaces de hacer cálculos para comprender las interdependencias y externalidades de las decisiones tomadas y las acciones emprendidas. La tecnología digital tiene un papel importante que desempeñar en este sentido.

Actuar más allá del alcance 3

En particular, la aparición de ecosistemas de plataformas industriales³⁹ ofrece la oportunidad de comprender mejor las emisiones de carbono de alcance 3⁴⁰ y de permitir que las organizaciones individuales participen en iniciativas de mayor alcance. Incluso pueden ayudar a comprender otras dimensiones del sistema de sistemas, como las externalidades de las cadenas de valor, que van más allá del ámbito 3. Se trata de un paso muy importante para comprender el beneficio o el perjuicio de las iniciativas de descarbonización en todo su alcance. Hay que subrayar que no abogamos por una plataforma única que lo abarque todo para gestionar todas

las cadenas de consumo y de valor interconectadas, ya que este enfoque sería inviable por varios motivos. Sin embargo, prevemos la aparición de una plataforma de plataformas en la que, con la ayuda de ontologías comunes y consensuadas, será posible intercambiar información, calcular el verdadero impacto del carbono y explorar escenarios para abordar los retos de la descarbonización

Estos enfoques de colaboración nos permitirán comprender mejor dónde se encuentran los mayores retos y oportunidades. Ayudarán a los agentes del sector, a los reguladores y a los gobiernos a unir los puntos entre iniciativas que, de otro modo, estarían aisladas. Puede que veamos surgir nuevos ecosistemas en áreas tan diversas como el comercio de calor residual, el reciclaje de productos obsoletos, los pagos de compensación de externalidades y el cálculo de escenarios de huella de carbono total.

Al igual que ocurrió en la primera revolución industrial, prevemos un progreso continuo en: el descubrimiento de nuevos materiales y catalizadores; el trabajo virtual más eficiente; el desarrollo de nuevas tecnologías de eficiencia energética como el almacenamiento y la computación en ADN⁴¹; y el crecimiento de las redes de energía limpia. Pero esta vez la diferencia tiene que estar en la forma en que hacemos posible que todas estas innovaciones trabajen juntas para el beneficio colectivo en la guerra de la descarbonización.

37. [reuters.com/business/cop/miners-look-carbon-capture-move-beyond-net-zero-andy-home-2021-10-29/](https://www.reuters.com/business/cop/miners-look-carbon-capture-move-beyond-net-zero-andy-home-2021-10-29/)

38. Una tecnología de perforación utilizada para extraer petróleo, gas natural, energía geotérmica o agua de las profundidades subterráneas.

39. Consultar el capítulo Ecosistemas de plataformas industriales.

40. El Alcance 3 del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GEI) incluye las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero tanto aguas arriba como aguas abajo de las operaciones principales de una organización.

41. atos.net/wp-content/uploads/2021/07/techdays-2021-dna.pdf



Cruzando la línea divisoria



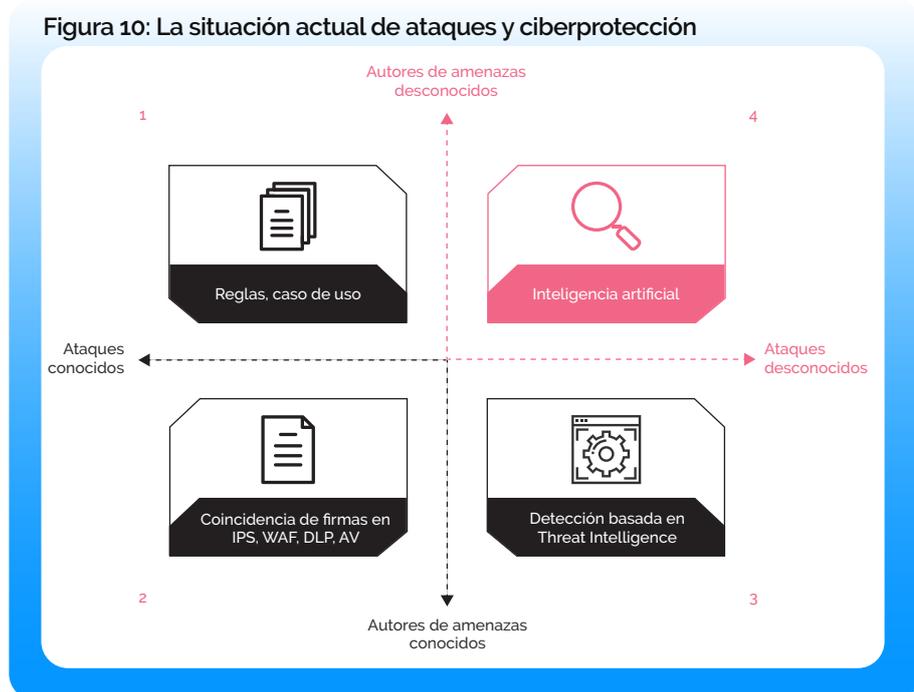
¿Qué retos plantea el paso a un mundo cada vez más virtualizado? ¿Qué impactos y riesgos podemos esperar y cómo se pueden mitigar?

La batalla de la ciber IA

La IA se utilizará cada vez más en ciberseguridad, tanto en ataques como en defensa. La IA cognitiva será un importante multiplicador de fuerzas para los defensores y debería estar en el centro de sus tácticas y estrategias.

En los últimos años se ha observado un aumento asombroso de la ciberdelincuencia, duplicándose cada año los ataques que comprometen el correo electrónico de las empresas, con crecimiento de dos dígitos del phishing y con el ransomware representando más del 10% de las violaciones. El mayor daño lo infligen los ataques altamente organizados y dirigidos por actores desconocidos, normalmente ciberdelincuentes y estados nacionales que camuflan su identidad. Empleando sofisticados esfuerzos técnicos y de ingeniería social, a menudo durante varios meses, estos ataques utilizan cada vez más técnicas de IA. Este tipo de ataques no pueden ser gestionados fácilmente por los métodos tradicionales, que en su mayoría se basan en firmas, reglas, inteligencia de amenazas y automatización de orquestación de seguridad manual basada en escenarios, y la automatización de la orquestación de la seguridad y la respuesta (SOAR). El alto índice de éxito de los ataques de ransomware es una desafortunada demostración de cómo las técnicas de ciberseguridad actuales, combinadas con la escasez de profesionales de la ciberseguridad, no consiguen hacer frente a las amenazas complejas.

Figura 10: La situación actual de ataques y ciberprotección



Para hacer frente a las crecientes variantes de ataques impulsados por la IA, los propios innovadores de la ciberseguridad están recurriendo a la IA para la ciberprotección.

De cara al 2026

Preveemos que la batalla entre la IA hostil y la protectora será el centro del futuro de la ciberseguridad. En 2026, la mayoría de los ataques se situarán en el cuadrante superior derecho del panorama de las amenazas (figura. 10). Además, la exposición y los riesgos serán mucho mayores, amplificados por el mundo sin perímetro de la nube, el Edge y el enjambre. Miles de millones de objetos inteligentes ampliarán la superficie de ataque de las ciudades, industrias y hogares inteligentes.

La IA se convertirá en la tecnología de facto utilizada por los ciberdelincuentes para los ataques con motivación financiera, el crimen estratégico, el terrorismo y la guerra de quinta generación. Proporcionará a los atacantes oportunidades ominosas para la liquidación de infraestructuras críticas, la desestabilización masiva de las finanzas, la defensa, la salud o los sistemas de comunicación. Se producirá un aumento de la desestabilización cibernética a través de la ingeniería social basada en deep fakes. El ámbito cibernético será un importante campo de batalla para

los estados nación hostiles; e incluso el terrorismo y los asesinatos políticos a través de canales digitales pueden convertirse en una realidad práctica (por ejemplo, la piratería de órganos implantados o vehículos autónomos).

A medida que la espada evoluciona, también debe hacerlo el escudo. Creemos que la evolución de la IA cognitiva (CAI), que puede imitar el pensamiento humano para problemas limitados y ayudar a la toma de decisiones para problemas más amplios, puede inclinar la balanza a favor de los defensores. La CAI tiene el potencial de darnos la escala necesaria para defendernos con éxito de los actores de las ciberamenazas avanzadas.

Se espera una rápida evolución de la CAI. Ampliando la contribución del aprendizaje automático (ML) y el aprendizaje profundo, se espera que las primeras implementaciones comiencen alrededor de 2023, y que los casos de uso crezcan rápidamente para 2026.



La evolución de la IA en ciberseguridad hoy en día frente a 2026 se recoge en la siguiente tabla

Uso de la IA en la ciberseguridad hoy en día	Evolución de la IA en ciberseguridad para 2026
Uso de algoritmos de aprendizaje no supervisado; uso limitado de algoritmos de aprendizaje supervisado y profundo	El uso de algoritmos avanzados de aprendizaje profundo se convierte en IA cognitiva.
La falta de repositorios de eventos de violación limita el uso del aprendizaje profundo y la IA avanzada a un puñado de casos de uso de ciberseguridad (por ejemplo, malware, correos electrónicos de phishing).	La IA frugal, capaz de aprovechar conjuntos de datos limitados, impulsará el desarrollo de la CAI. El aprendizaje profundo por refuerzo utilizará señales en lugar de datos. El aprendizaje autosupervisado superará la necesidad de muestras correctas. Los marcos de compartición de datos y los modelos de computación multipartita (MPC) crearán grandes conjuntos de datos de violaciones para entrenar los algoritmos de aprendizaje profundo.
Los marcos jurídicos y éticos de la IA están todavía en fase de concepto.	Los marcos legales y éticos de la IA habrán madurado en 2026. Una IA rastreable y explicable y la normatividad serán mecanismos clave para supervisar el cumplimiento ético y legal de la IA.

Aprovechamiento de la IA cognitiva en 2026

El aprovechamiento de la CAI debería inclinar la balanza a favor de la ciberdefensa y la resiliencia, especialmente en las siguientes áreas:

- **Caza cognitiva de amenazas**

Los algoritmos de la CAI imitarán el papel de los cazadores de amenazas, lo que conducirá a una detección de alta fidelidad y a economías de escala, reduciendo la escasez de personal de ciberseguridad (equipos más pequeños asistidos por la CAI).

- **SOAR cognitiva**

La CAI transformará las plataformas SOAR, pasando del diseño manual al aprendizaje autónomo que genere pasos de respuesta de mitigación de ataques. Aprovecharán los dispositivos Edge o de enjambre para dar respuestas inteligentes contextuales, de alta velocidad y de gran escala.

- **Inteligencia sobre ciberamenazas (CTI) con aprendizaje federado**

La CTI respetará los requisitos de soberanía de los datos utilizando la federación fiable de fuentes locales de inteligencia sobre amenazas.

- **Protección del capital de los datos**

Los principios de capital de los datos⁴² permitirán compartir los datos con confianza y desbloquear el valor de los datos. El uso de

CAI para detectar cambios maliciosos en los datos garantizará la fiabilidad de estos y permitirá tomar decisiones equitativas

- **CAI como compañero virtual del CISO (Chief Information Security Officer)**

Se espera que la CAI ayude a los CISO a tomar decisiones de gestión de riesgos, liberando tiempo para iniciativas estratégicas.

- **Sistemas autorregenerables y ciberresistencia**

En última instancia, la CAI permitirá la curación autónoma de los sistemas. Orquestrará una rápida recuperación de las violaciones evaluando y eligiendo las mejores opciones en función de los objetivos de punto de recuperación (RPO) y de tiempo de recuperación (RTO).

La seguridad es una batalla de innovación perpetua entre la espada y el escudo. Los ciberdelincuentes seguirán aprovechando la IA, pero el uso de la IA cognitiva permitirá una defensa viable. Para **mantener una defensa eficaz contra el crimen organizado y los estados nación hostiles, las organizaciones deben ahora poner la IA y la IA cognitiva en la cima de sus tácticas y estrategias de defensa.**

42. atos.net/wp-content/uploads/2021/02/preparing-for-rebound_after-covid-crisis.pdf

Resiliencia digital: el camino hacia la antifragilidad

A medida que los sistemas de nuestro mundo se interconectan y digitalizan, se vuelven cada vez más complejos e interdependientes. La tecnología evoluciona, los flujos de valor aumentan, las interacciones en los medios sociales se multiplican y se establecen nuevos ecosistemas.

A medida que aumenta la complejidad, también lo hace la incertidumbre. Si añadimos a esta mezcla las disrupciones inesperadas cada vez más frecuentes - caídas de bolsa, catástrofes naturales, crisis sanitarias y otras perturbaciones intrínsecas o extrínsecas - tenemos un cocktail explosivo. No es probable que la tendencia se invierta, así que **debemos aprender a esperar lo inesperado y vivir con ello**. La naturaleza de las crisis también parece evolucionar: en frecuencia, intensidad y nivel de perturbación. Después de las crisis, el entorno operativo suele ser tan diferente de la antigua normalidad que las empresas no pueden seguir como antes. Adaptarse es esencial. Sin embargo, la aspiración no debe ser simplemente sobrevivir, sino prosperar. Ya se han llevado a cabo potentes investigaciones en los campos de la imprevisibilidad, la toma de decisiones complejas y la incertidumbre, pero los resultados aún no han sido plenamente utilizados por las empresas o las sociedades.

Un nuevo enfoque de la gestión de riesgos: invertir en antifragilidad

¿Por qué no se han aprovechado plenamente esas investigaciones para resolver cuestiones tan críticas? Probablemente porque desafían la llamada sabiduría común, las creencias establecidas y las mentalidades dominantes. A lo largo de la era industrial, **las organizaciones se estructuraron para maximizar la eficiencia a corto plazo**, e incluso ahora la gestión del riesgo se percibe como un coste; una crisis como algo que hay que evitar; la predicción como una habilidad

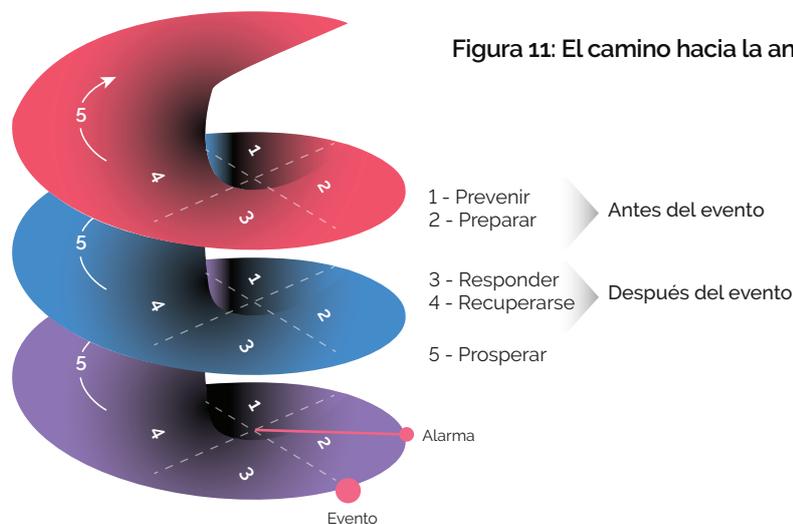
que hay que dominar; la hiperoptimización como una acción rentable; y la solidez como lo contrario de la fragilidad. Sin embargo, este tipo de afirmaciones ya no se sostienen.

Ciertamente, cuando llega una crisis, la robustez es mejor que la fragilidad. Las cosas frágiles se rompen bajo presión, mientras que las robustas resisten. Pero la robustez puede ser demasiado inflexible. Como señaló el analista financiero Nassim Taleb, lo contrario de la fragilidad no es robustez, es la **antifragilidad**⁴³: **la capacidad de beneficiarse y prosperar a raíz de un choque**.

Con las crisis llegan las oportunidades. Nuevos mercados se vuelven accesibles, aparecen nuevas demandas de los clientes, los ecosistemas cambian y el panorama de la competencia se reorganiza. El ciclo tradicional de gestión de riesgos y catástrofes comprende cuatro fases: **prevención y preparación** antes del suceso.

Y la **respuesta y recuperación** posterior. En la figura 11, proponemos gestionar estas fases tradicionales de una nueva manera y ampliarlas a una nueva y **quinta fase: prosperar**. Las organizaciones que sólo consiguen recuperarse se mantienen en el mismo plano de madurez de la resiliencia.

Las organizaciones que se estructuran para sacar provecho de la disrupción aumentan su nivel de madurez hacia la antifragilidad. Se benefician de los choques, crecen en las crisis y prosperan en los nuevos entornos. Con este objetivo de prosperar en mente, la gestión del riesgo se convierte en una inversión estratégica para el futuro.



43. Nassim Nicholas Taleb, Antifragility, Random House (US) y Penguin (UK), 2012

Seis palancas clave para la prosperidad anti frágil

Están surgiendo las mejores prácticas de preparación contra la fragilidad. Algunas proceden de actores digitales pioneros, otras de nuevos modelos organizativos, como las organizaciones autónomas descentralizadas (DAO). Ofrecen un marco de actuación para el análisis y la acción.

1 Definir un propósito claro antes de la estrategia

Para mantener el curso durante las crisis, las empresas necesitan un propósito que las guíe. Es lo que unirá a las personas y permitirá que las estrategias y tácticas pivoten fácilmente en condiciones cambiantes.

2 Desarrollar una cultura de empoderamiento

Parte del ADN de las empresas anti frágiles de éxito es la adaptabilidad de los empleados. El empoderamiento es vital. La creación de una cultura que abrace el cambio requiere ajustar la mentalidad y las habilidades; aprovechar una amplia diversidad de perfiles y talentos; dar a los empleados la oportunidad de convertirse en una persona con habilidades en forma de T que esté bien formada en más de una disciplina; y apoyar la experimentación y el fracaso ocasional.

3 Estructuras modulares conectadas que fomentan la colaboración en el ecosistema

Los cambios perturbadores causan efectos dominó en las grandes organizaciones. Las estructuras organizativas modulares y poco acopladas son más resistentes que las burocráticas, incluso a costa de cierta redundancia. Facilitan la rápida eliminación de algunas partes para salvar o evolucionar el resto. Formar parte de un ecosistema empresarial más amplio también puede aumentar la resiliencia. En épocas de tensión, la complementariedad permite a las empresas compartir empleados, datos, cadenas de suministro, etc.

4 Ampliar la forma de trabajo ágil

Tener éxito en un mundo que cambia rápidamente significa explorar continuamente nuevos modelos de negocio, probar su viabilidad en el mercado y, si son viables, aumentar su escala y comenzar la siguiente iteración. Utilizar el concepto de "lean start-up" en una empresa madura ha resultado ser un reto por el temor a perder cuota de mercado; irónicamente, esa pérdida suele ser el resultado de gestionar las crisis de forma conservadora.

5 Adoptar una planificación estratégica flexible

La flexibilidad estratégica requiere un pensamiento financiero ágil, que reconozca que el mundo no es lineal. Los métodos tradicionales de asignación de capital son lentos. Reaccionar rápidamente en una crisis requiere capacidades como la reasignación flexible de la cartera, las desinversiones y las adquisiciones. En las crisis, las carteras normales pueden ser temporalmente inviables (falta de suministros, falta de demanda). Unas carteras diversas pero equilibradas pueden mantener a una empresa a flote a pesar de las perturbaciones.

6 Utilizar nuevos indicadores para gestionar la volatilidad

Los KPI avanzados son esenciales para las organizaciones anti frágiles. Algunos deben estar orientados a predecir las perturbaciones o a detectarlas con antelación. Algunos deben medir la fragilidad y la madurez de las medidas antifragilidad. Algunos deben evaluar las capacidades que apoyan la prosperidad.

Las tecnologías de análisis y nowcasting⁴⁴ basadas en la IA serán una ayuda estratégica en este sentido. Lo digital contribuye a un mundo más volátil y arriesgado, pero también aporta nuevas plataformas para predecir, colaborar y adaptarse mejor en tiempo real. Lo digital es a la vez parte del problema y parte de la solución.

Adaptar la estrategia organizativa, la cultura, la estructura, las formas de trabajo, la planificación y los indicadores clave de rendimiento (KPI) para que sean anti frágiles puede convertirse en una cuestión de supervivencia en el mundo altamente volátil y sin límites de 2026. Las mejores prácticas pueden variar según el sector, pero prosperar en las próximas crisis empieza por prepararse ahora

44. La predicción del estado presente, pasado y futuro a muy corto plazo de los indicadores económicos.

El impacto de los modelos económicos en la tecnología y la sociedad

La innovación tecnológica siempre ha tendido a ser un motor de la evolución económica, actuando como catalizador de la eficiencia, la productividad y, por tanto, del crecimiento. Las tecnologías digitales han demostrado ser más disruptivas que la mayoría; pero a pesar de todo el valor positivo que ofrecen, también son causa de muchas desigualdades. Esto nos lleva a preguntarnos si los modelos económicos arraigados que impulsan el crecimiento tecnológico deberían adaptarse para reflejar métricas de inversión responsables y garantizar resultados sostenibles y equitativos.

La necesidad de un pensamiento diferente

En un periodo que abarca algo más de un siglo, y que ha estado marcado por pandemias mundiales, la sociedad ha estado dominada por lo que se ha convertido en la ortodoxia económica: la búsqueda del crecimiento. Lo que medimos y cómo lo medimos ha configurado la forma en que hacemos negocios y evaluamos nuestro éxito individual y colectivo. Sin embargo, a medida que nuestras interacciones económicas se digitalizan cada vez más, parece que estamos cayendo en la trampa de asumir que es apropiado seguir utilizando modelos tradicionales basados en fórmulas que se idearon en sociedades pasadas que operaban en circunstancias muy diferentes. Las teorías económicas que sólo miden los productos, y no los resultados e impactos, pueden tener importantes consecuencias negativas, sobre todo cuando nos enfrentamos a la cruda realidad del impacto en nuestro planeta del incesante crecimiento del consumo. El producto interior bruto (PIB) no puede ser la única medida de éxito de una sociedad. Las crisis recientes y en curso están haciendo saltar por los aires parte de la ortodoxia económica existente y muchos políticos y líderes de negocio parecen estar dispuestos a emprender acciones colectivas para el cambio que habrían parecido imposible hace sólo un par de años.

Los grandes retos de este mundo no pueden resolverse de forma aislada

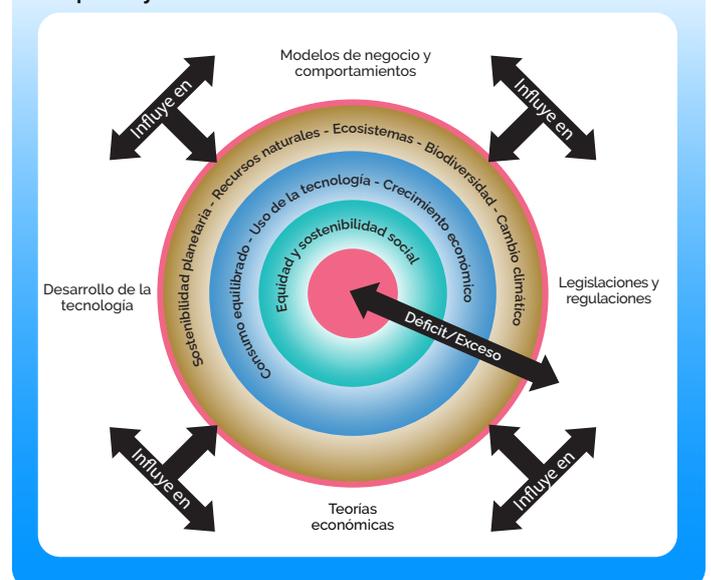
Nos encontramos en un punto de inflexión en el que los modelos empresariales y modelos económicos existentes ya no satisfacen las necesidades de la humanidad. Las empresas, los gobiernos y los reguladores deben asumir la responsabilidad del impacto de las actividades de la humanidad, no sólo en el planeta sino en la estabilidad y la estructura de las sociedades que dependen de él. De hecho, los informes de sostenibilidad se ocupan cada vez más del espectro más amplio de ESG (Environment, Social and Governance). Debemos estar abiertos a adoptar nuevos modelos económicos que influyan en cómo financiamos, diseñamos y desplegamos las tecnologías que dan forma a la sociedad. Sin embargo, en general carecemos de indicadores aceptados que nos ayuden a visualizar y medir el impacto de esas disrupciones. Hay varias opciones teóricas que apoyan desarrollos tecnológicos más armoniosos con nuestro planeta y menos divisivos socialmente. Entre ellos, la economía del *donut*

que se centra en el funcionamiento de las empresas y la sociedad dentro de los límites planetarios; y la Economía del Bien Común, que se centra en el bien común y en el poder de Internet para crear infraestructuras tecnológicas generativas autoorganizadas⁴⁵

¿Mejores resultados para la sociedad? Mida lo que quiere cambiar

A nivel macro existe una necesidad urgente de redefinir el éxito económico y alejarse de los modelos empresariales potencialmente destructivos que se centran en la extracción y el consumo, y que tienden a premiar el cortoplacismo. Cambiar la forma en que invertimos y regulamos la tecnología puede tener un profundo impacto en los comportamientos de las organizaciones que la desarrollan y suministran. Por ejemplo, a través de los impuestos sobre el carbono, las subvenciones a la energía verde, la legislación sobre el derecho a la reparación y las normas de accesibilidad. Las empresas deberían aprovechar estas oportunidades para reconfigurar su modelo de valor.

Figura 12: La interacción entre economía, tecnología, empresa y sociedad



45. doughnuteconomics.org/about-doughnut-economics

46. primer.commonstransition.org/1-short-articles/1-3-what-does-a-p2p-economy-look-like



Cambiar el modo de financiación de los negocios tecnológicos

Deberíamos dedicar tiempo a explorar cuestiones como: ¿cómo apoyamos el espíritu empresarial y la invención? ¿Es buena la captura de mercado financiada con deuda para alguien que no sea un inversor? ¿Deberían las naciones participar más en el apoyo a la innovación, o los gobiernos ahogan la flexibilidad necesaria para moverse con rapidez? Tal vez la financiación a través de bonos responsables y sostenibles a largo plazo con derecho a voto podría contrarrestar el cortoplacismo impulsado por la necesidad de aportar valor a los accionistas.

¿Quién es responsable del cambio: los economistas, los mercados o los gobiernos?

Katharina Pistor, profesora de la Facultad de Derecho de Columbia, en Nueva York, sostiene que la legislación actual y los sistemas jurídicos de todo el mundo sólo protegen los intereses de los accionistas. Sin embargo, los inversores rara vez son responsables del posible impacto negativo de sus inversiones, simplemente se retiran cuando los beneficios disminuyen o cuando su inversión ya no encaja en la sociedad. Esto significa que los riesgos financieros finales son cubiertos por la propia sociedad - como en el caso de los rescates de los bancos y de la industria de los combustibles fósiles financiados por los

impuestos. Prevemos que la regulación dé forma a los mercados y, si el PIB no es adecuado, las nuevas teorías económicas, como la economía del donut, pueden ayudar a definir medidas de éxito más equilibradas en una época de consumo reducido y decrecimiento⁴⁷.

Los líderes empresariales deben centrarse en nuevos tipos de creación de valor

Cada vez más, los inversores institucionales buscan financiar organizaciones que sean sostenibles para el planeta y la sociedad en general. La forma en que se estructuran y funcionan las empresas influirá en las futuras oportunidades de financiación. Las que no se adaptan probablemente verán cómo se retira el capital y disminuyen los flujos de ingresos. Esperamos que la colaboración dentro de las empresas y entre ellas sea tan importante para la creación de valor compartido como lo ha sido la competencia en los años anteriores. Como tecnólogos, podemos invertir en soluciones que nos ayuden a medir y comprender el impacto. Podemos elegir ser socialmente responsables, inclusivos y equitativos. Podemos crear estructuras de recompensa que estimulen los comportamientos socialmente responsables y detengan la búsqueda de crecimiento en ciclos financieros cortos a expensas de las personas y el planeta a medio y largo plazo.

47. degrowth.org/definition-2/

Tecnología y regulación

La elaboración de normativas eficaces centradas en la tecnología requiere que muchas partes interesadas se alineen para evitar consecuencias imprevistas y lagunas legales. El proceso puede ser más eficaz cuando las propias tecnologías digitales se utilizan para permitir la colaboración entre los reguladores y las organizaciones reguladas.

Una relación compleja pero inevitable

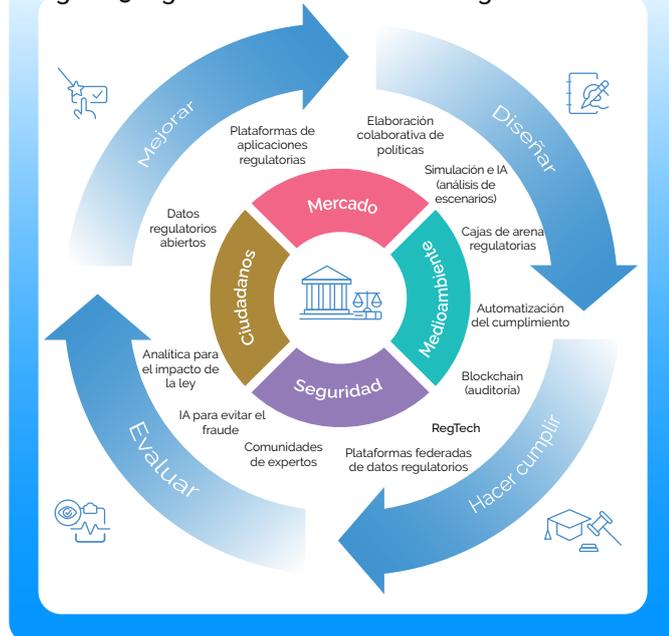
Históricamente, la coexistencia de la tecnología y la regulación no ha sido fácil. Los tecnólogos suelen ver a los reguladores como burócratas lentos, atados a conceptos anticuados y contaminados por la ideología política. Los reguladores suelen ver a los defensores de la tecnología como oportunistas, obsesionados por el éxito económico y desconectados de su responsabilidad social. Elaborar una buena normativa para temas complejos es cada vez más difícil, ya que requiere un delicado equilibrio entre muchas partes interesadas y evitar consecuencias imprevistas y lagunas legales. Sin embargo, la regulación de la tecnología es una necesidad para evitar ventajas comerciales injustas y desigualdades sociales.

En 2026, asistiremos a un aumento global de la actividad reguladora con importantes implicaciones en la forma en que las empresas digitales gestionan su negocio. En 2021 ya vimos acciones de gran alcance en las principales zonas reguladoras del mundo: China, con sus intervenciones en todas las dimensiones tecnológicas; EE. UU., con un enfoque más crítico hacia sus campeones digitales; y la Unión Europea impulsando servicios digitales socialmente responsables.

En este contexto, las organizaciones deben abordar tres cuestiones importantes

- ¿Cómo pueden las tecnologías digitales ayudar a los gobiernos a diseñar y aplicar mejores normativas?
- ¿Cómo pueden las tecnologías digitales ayudar a las empresas a cumplir mejor la normativa?
- ¿Cómo pueden las organizaciones prosperar e incluso encontrar nuevas oportunidades en entornos más regulados?

Figura 13: Digitalización del ciclo de vida reglamentario



Regulación para la digitalización: cartografía de los frentes de batalla

Desde el punto de vista de los ciudadanos, las normativas existentes en materia de privacidad, y las incipientes en ámbitos como la ética de la IA, evolucionarán para dar forma a las Cartas de Derechos Humanos Digitales. Las regulaciones del mercado digital abordarán temas críticos como la competencia y la fiscalidad, a la vez que harán frente a complejos escenarios geopolíticos y a las especificidades de diversos sectores industriales. Las normas de seguridad ampliarán su alcance, pasando de las normas tecnológicas de bajo nivel a las consideraciones de gobernanza de todo el sistema: tendrán que ser más globales para hacer frente a ciberataques sin fronteras. Por último, la reglamentación en materia de medio ambiente deberá surgir rápidamente para proporcionar herramientas que ayuden a combatir la crisis climática.

Digitalización para la regularización: utilizar la tecnología para legislar mejor

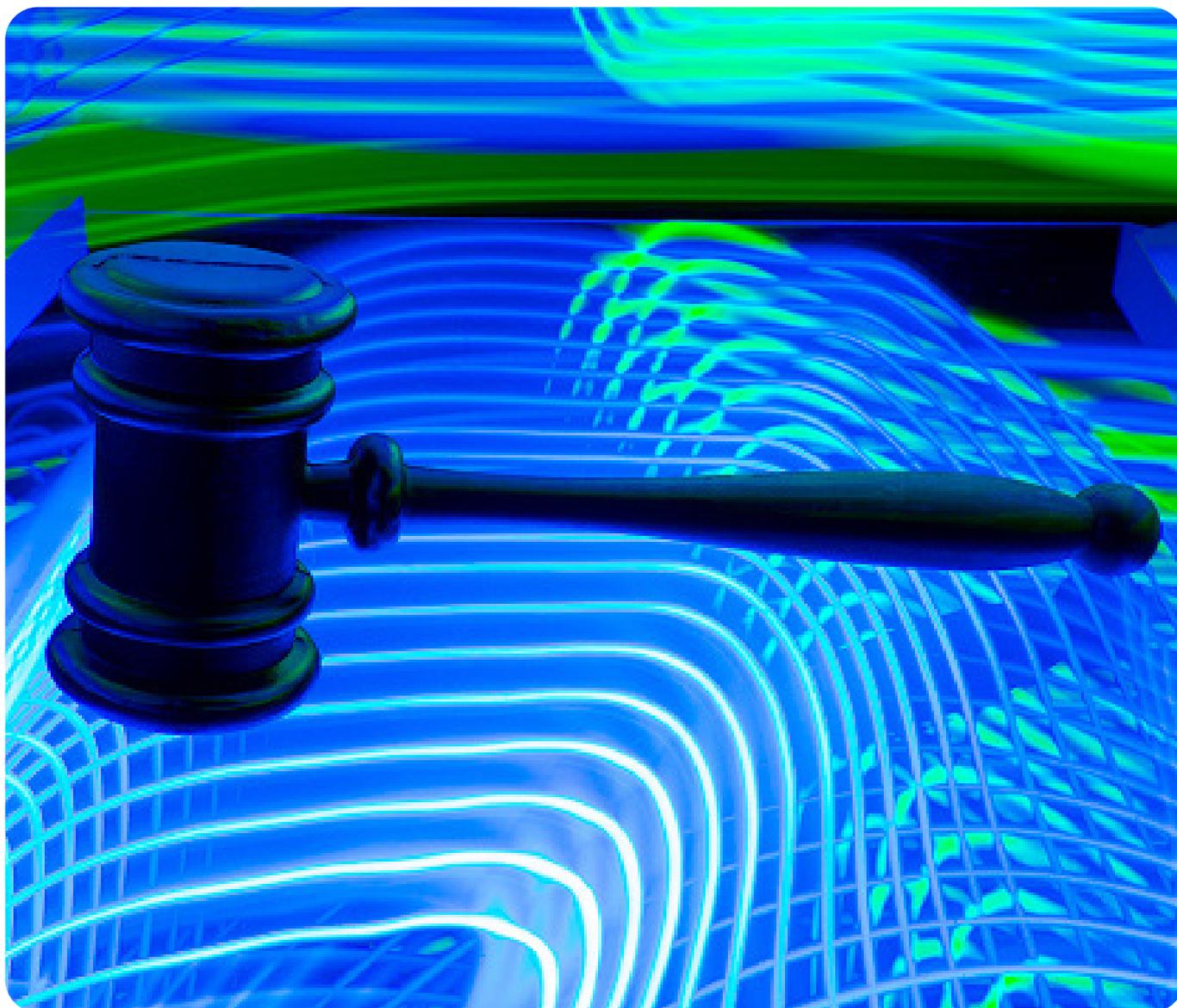
Si resumimos el ciclo de vida de la normativa como Diseño-Ejecución-Evaluación-Mejora, existen oportunidades para que las tecnologías digitales aporten una importante visión y agilidad a la aplicación de la normativa. En la fase de DISEÑO, la simulación combinada con la IA puede ayudar a anticipar las consecuencias negativas en sistemas socioeconómicos complejos. Esperamos que aumente la adopción de las "cajas de arena" (sandboxes)⁴⁸ para la experimentación controlada en todos los sectores de la industria. Éstos se complementarán con herramientas de colaboración que faciliten la participación de múltiples partes interesadas en la definición y prueba de políticas.

Una vez en la etapa de EJECUCIÓN, la automatización se convierte en la clave para garantizar altos niveles de cumplimiento y eficiencia de costes, ampliando el concepto de RegTech⁴⁹ más allá de su enfoque actual en las finanzas a otros sectores. El impacto de la automatización alcanzará desde niveles bajos (cumplimiento de la seguridad integrada en el IoT) hasta niveles más meta (descarbonización e informes ESG). Estas soluciones se apoyarán en plataformas de datos federadas basadas en los estándares de confianza que están surgiendo de iniciativas de soberanía digital como Gaia-X en la UE.

La interacción prevista de desarrollos en la regulación de la tecnología resume los ámbitos más importantes en los que se puede prever una intensa actividad reguladora en los próximos cuatro o cinco años.

48. Un marco que permite a los innovadores realizar experimentos in vivo en entornos controlados bajo la supervisión de un regulador.

49. RegTech se relaciona con las nuevas tecnologías desarrolladas para ayudar a superar los desafíos regulatorios en los servicios financieros.



Con modelos de regulación enriquecidos con más datos, la analítica avanzada y la IA pueden ayudar a detectar posibles ineficiencias y EVALUAR su impacto. También existe el potencial de AUMENTAR el valor de la regulación con mejoras más radicales, por ejemplo, proporcionando servicios centrados en la regulación para la transparencia de las políticas a través de plataformas de datos y aplicaciones abiertas.

Si bien es cierto que los reguladores deben adoptar la tecnología de forma más profunda, tienen que ser muy conscientes de sus limitaciones. Cuestiones como el mal manejo de la privacidad, los efectos del sesgo de los datos en la IA o la potencial opacidad de los contratos inteligentes en las soluciones basadas en blockchain pueden causar problemas mayores que los desafíos regulatorios originales que se están abordando.

Vivir (y prosperar) en un mundo digital regulado

No son sólo los reguladores los que tienen que cambiar. La mayoría de las organizaciones muestran un enfoque reactivo (e incluso, defensivo) ante la regulación. A largo plazo, esto solo aumenta los costes empresariales, tanto en la adaptación a los

50. economist.com/business/what-tech-does-china-want/21803410

nuevos requisitos legales como indirectamente a través de cosas como la mala percepción pública en caso de incumplimiento.

Un enfoque proactivo y de colaboración con los reguladores, sustentado en la tecnología actual y en la nueva, será beneficioso para las empresas. Podría ayudar a adaptar las soluciones a las tendencias tecnológicas progresivamente emergentes (por ejemplo, la ética en la IA, o las relacionadas con la descarbonización) y también a hacer frente a los cambios legales disruptivos (como la represión regulatoria en China en 2021⁵⁰). Esto requiere una revisión significativa de las funciones y las capacidades digitales de los departamentos jurídicos y de cumplimiento normativo.

Predecir la evolución de la regulación en todo el mundo es difícil. Pero una cosa parece segura: en 2026, los negocios digitales estarán más regulados. Esto no tiene por qué ser necesariamente malo para las empresas o la sociedad. Si tanto los reguladores como las organizaciones reguladas colaboran y aprovechan el potencial de las tecnologías digitales, el proceso será más fácil, e incluso puede convertirse en terreno fértil para nuevas

Revisando la responsabilidad digital de las empresas

Nuevas responsabilidades empresariales en la era digital y en adelante

La Responsabilidad Digital Corporativa (RDC) está cambiando progresivamente para reflejar la evolución de la tecnología y su impacto en nuestra sociedad.

Valor y vulnerabilidad

Aunque las tecnologías digitales aportan beneficios y valores increíbles, también pueden exponer nuevas vulnerabilidades para las personas, los ecosistemas o el entorno natural. **¿Cómo podemos asegurarnos de cosechar los beneficios con éxito y de forma sostenible sin crear resultados perjudiciales no deseados para la sociedad?**

El concepto de responsabilidad social de las empresas se remonta a varios siglos atrás, manifestándose en iniciativas como la provisión filantrópica de escuelas, hospitales y hogares para los pobres. Pero no fue hasta la década de 1950 cuando empezaron a formularse los principios específicos de la responsabilidad social corporativa (RSC), centrándose desde el principio en los derechos civiles, la contaminación, el crecimiento de la población y el agotamiento de los recursos naturales.

Setenta años después, un pequeño número de principios básicos de la RSC se han incorporado a la legislación, aunque en otros aspectos la creciente economía de libre mercado (sobre todo en Occidente) trajo consigo una relajación de la regulación estatal. El foco de atención se ha desplazado hacia la ética empresarial y la RSC como respuesta operativa a la presión de los accionistas o de las partes interesadas. Los marcos programáticos como la estrategia de la UE para la RSC y los objetivos de desarrollo sostenible han promovido la RSC al nivel de una necesidad estratégica, aunque voluntaria, para las empresas legítimas que crean valor.

A medida que las tecnologías digitales se convierten en la

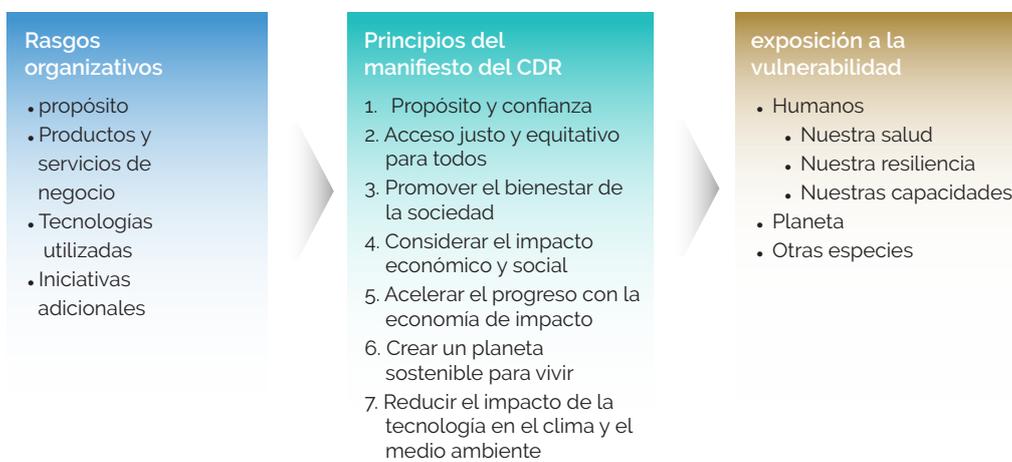
fuerza dominante de creación de valor empresarial, ha surgido el concepto de Responsabilidad Digital Corporativa (RDC) como un llamamiento para que las organizaciones rindan cuentas de las externalidades negativas de sus transformaciones digitales - y, al hacerlo, proteger contra las vulnerabilidades que puedan surgir en nuestra sociedad. Se han hecho varios intentos de crear marcos para la toma de decisiones empresariales responsables. Un ejemplo es el Manifiesto Internacional CDR⁵¹ - Sus siete principios básicos se muestran en la figura 14. Las tendencias que prevemos en este Desplegando dimensiones virtuales ampliarán y pondrán a prueba los límites del desarrollo de la responsabilidad digital en el contexto de estos, y posiblemente otros principios.

La próxima ola del cambio

Mirando hacia 2026, en previsión de una mayor digitalización y virtualización disruptivas de nuestro mundo, tenemos que preguntarnos qué más se necesita para integrar verdaderamente la responsabilidad digital en el corazón de nuestros principios de creación de valor.

Prevedemos la apertura de nuevas dimensiones virtuales que den lugar a una variedad de realidades virtuales y mixtas: representaciones virtuales de sistemas y procesos físicos; representaciones virtuales de entidades vivas, procesos físicos y sistemas; y también nuevos dominios virtuales de interacción e intercambio. El camino está lleno de incógnitas:

Figura 14: Modelo de vulnerabilidad en la era digital



51. corporatedigitalresponsibility.net

“En aguas nuevas e inciertas, la RDC puede ser un salvavidas para las personas digitalmente vulnerables.”



¿Cómo podría cambiar nuestra economía laboral a medida que nos acercamos a la inteligencia artificial general? ¿Quiénes son los interesados en las oportunidades de negocio transitorias? ¿Cómo medimos el valor de una transacción virtual? Los dominios virtuales no sólo crearán nuevas formas de vivir y realizar negocios, sino que también expondrán nuevos lugares para la formación de vulnerabilidades, a un ritmo y escala que impedirán regularlas apropiadamente.

Dadas las potenciales implicaciones negativas que las transformaciones digitales pueden tener sobre la sociedad y el planeta, creemos que, una vez más, las empresas tendrán que adoptar una forma de autorregulación, similar a la que ya se practica a través de los compromisos medioambientales, sociales y de gobernanza (ESG).

El marco ESG ya está ampliamente reconocido por las partes interesadas en el ámbito financiero (y por la sociedad en general) como un componente crítico de la información corporativa, sin embargo, los dominios digitales todavía no están explícitamente cubiertos en su ámbito. De cara a 2026, creemos que las empresas tendrán que ampliar sus compromisos ESG para incluir explícitamente los impactos de sus estrategias digitales: una nueva era de ESG digital (ESG-D).

Definiendo la vulnerabilidad

Una causa importante de los daños debidos al cambio digital está relacionada con aquellos que no pueden hacerse oír o no tienen suficientes mecanismos de adaptación para soportar los efectos del cambio. Este grupo incluye lo que describimos como el cliente involuntario de la transformación digital. Incluye el planeta Tierra, la fauna, los niños pequeños, los ancianos, etc. Pero también incluye a los clientes previstos que sufren consecuencias no deseadas, por ejemplo: adicción al juego en línea, acoso cibernético, fraude de identidad digital y trastornos mentales

inducidos por las redes sociales.

Por el contrario, hay quienes adoptan y se empoderan con el uso de las tecnologías, pero pueden seguir siendo vulnerables cuando los acontecimientos inesperados de la salud o de la vida afectan a su resistencia o a sus capacidades. En ese sentido, todos podemos sucumbir a formas de vulnerabilidad en nuestra vida.

Es necesario anticipar un enfoque válido de la ESG-D y supervisar tales vulnerabilidades, estableciendo las acciones de mitigación apropiadas cuando se materializan. Al igual que ahora tratamos de medir y comprender el impacto de nuestra huella de carbono, deberíamos buscar formas de medir el impacto de nuestra huella digital.

La toma de decisiones empresariales en 2026 y en adelante

Para reflejar las amenazas y los retos emergentes para la sociedad a medida que aceleramos hacia las nuevas fronteras virtuales, recomendamos que las empresas y organizaciones realicen un análisis completo de los efectos y las consecuencias de sus capacidades, productos y servicios digitales en sus clientes no deseados. Existen claros desafíos con los modelos totalmente autorregulados, por lo que la introducción de normas y el estímulo de los organismos reguladores serán beneficiosos para demostrar el cumplimiento, al menos inicialmente. Hacia 2026, abogamos por un modelo ampliado de ESG-D que se convierta en una norma común de información para todas las empresas y organizaciones.

La vulnerabilidad se refiere a la incapacidad de un sistema, un individuo o una unidad para resistir los efectos de los factores de estrés.

El impacto social de lo digital

La responsabilidad de los ciudadanos digitales

En el metaverso virtual, tanto las instituciones como los ciudadanos esperarán utilizar lo digital de forma que haya un equilibrio entre las nuevas oportunidades que ofrece la tecnología y la evolución de las normas sociales, las responsabilidades sociales y los objetivos comerciales.

Lo digital: el agente del cambio social

El increíble alcance de las soluciones digitales hace prácticamente imposible imaginar un mundo sin ellas. De hecho, se podría argumentar que lo digital está desplazando ciertos aspectos de nuestro ser humano, incluyendo nuestras interacciones sociales, contactos físicos y experiencias reales.

En medio de una pandemia mundial, la tecnología ha mantenido e incluso creado conexiones entre individuos, familias, comunidades y la fuerza de trabajo. Y aunque los numerosos beneficios han sido evidentes, debemos plantearnos la pregunta: ¿Las ventajas de lo digital son siempre mayores que los costes?

La interconexión digital tiene considerables aspectos positivos, como la concienciación sobre los problemas mundiales, el acceso a redes de apoyo y la posibilidad de que fluya la opinión, la compasión, la colaboración y la empatía. Sin embargo, hay que reconocer que lo digital también conlleva algunos aspectos negativos, como el efecto de que "el ganador se lo lleve todo", los efectos psicológicos perjudiciales de la economía de la atención permanente y, en última instancia, el posible surgimiento de una sociedad de la vigilancia. Estas tendencias se refuerzan a sí mismas, incluso se auto crean, haciendo que las soluciones digitales se conviertan en las que dan forma a la sociedad, a veces sin tener en cuenta el impacto posterior.

¿Cómo podemos aprovechar las ventajas de la tecnología sin permitir que genere riesgo social e inequidad? A medida

que las plataformas digitales cambian las opiniones sociales y trascienden nuestras culturas, ¿cuáles son nuestras responsabilidades como ciudadanos digitales?

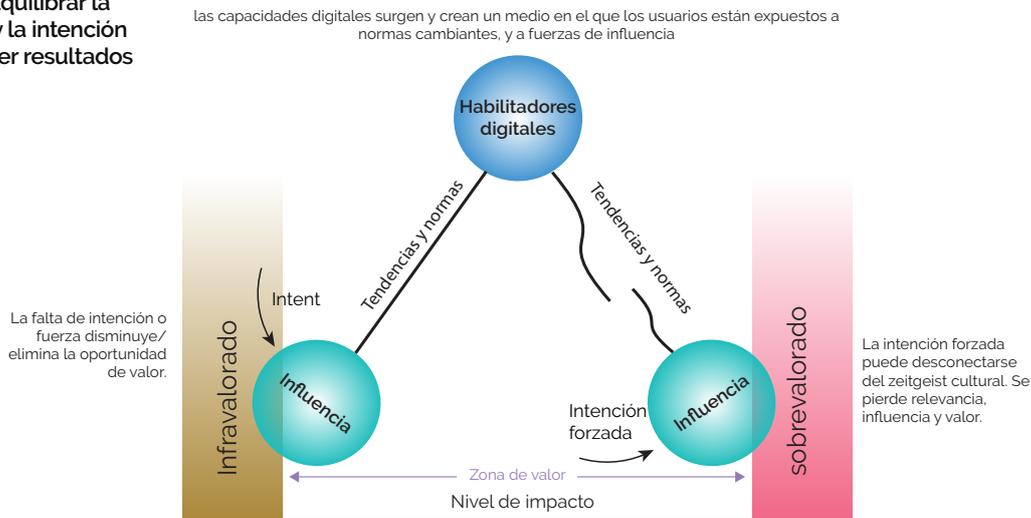
Impulsar el cambio social en una plataforma digital

Los ejemplos de desequilibrio potencial pueden encontrarse en la forma en que las personas, los gobiernos y las organizaciones se influyen mutuamente en la plataforma sin restricciones de las redes sociales. Desde las vacunas hasta la política, pasando por el cambio climático y las celebridades, los debates ya no se basan estrictamente en los hechos, sino que están fuertemente moldeados y exagerados por las personas influyentes y las emociones colectivamente amplificadas de las cámaras de eco de cada plataforma.

A través de lo digital, cualquier persona con una presencia social suficientemente grande, ya sean políticos, individuos, celebridades o líderes empresariales, puede ejercer una influencia como nunca, manipulando las conversaciones para avanzar en las agendas personales, empresariales o políticas. El constante antagonismo de las redes sociales afecta profundamente a nuestras opiniones, normas y valores, y a través de ellas a nuestras estructuras sociales.

A medida que la tecnología avanza y los algoritmos y modelos de negocio de las redes sociales amplifican artificialmente ciertos tipos de mensajes, corremos el riesgo de desconectar aún más el mundo digital de la realidad, y fragmentar la sociedad en lugar de unirla.

Figura 15: Equilibrar la influencia y la intención para obtener resultados positivos





Intermediación en el equilibrio socio-digital

Las opiniones sobre cómo y cuándo aplicar la tecnología difieren enormemente en función de la cultura, la geografía, la edad y el sexo. — y parecen cambiar constantemente. En consecuencia, lo digital en sí mismo se está convirtiendo en un tema subjetivo. Para tomar decisiones con conocimiento de causa, debemos hacernos las siguientes preguntas:

- ¿Cómo podemos separar la manipulación y el bombo de los hechos de una manera que nos permita alcanzar un equilibrio social digital adecuado?
- ¿Cómo podemos aprovechar el poder de las plataformas sociales para posibilitar la confrontación abierta de ideas y recabar el apoyo colectivo a iniciativas mutuamente beneficiosas en lugar de contribuir a la polarización social?
- ¿Cómo podemos dar forma a la tecnología sopesando objetivamente sus ventajas y desventajas, para evitar posibles efectos secundarios negativos?

El impacto de las tecnologías se vuelve más complejo y controvertido tanto cuando se entremezclan como cuando entran en juego opiniones subjetivas, lo que crea un manto de exageración tecnológica que no puede ser resuelto por una sola parte. Para garantizar que las tecnologías digitales ofrezcan realmente los beneficios prometidos, **cada parte interesada debe equilibrar la intención y la influencia de la tecnología para lograr un impacto positivo sin salirse de la zona de valor.** Mientras se siguen buscando soluciones a retos como el desempleo, la educación, los desafíos generacionales, la neurodiversidad y la socialización, debemos mirar más allá del bombo y garantizar que no se abusa de la influencia digital

para obtener beneficios a corto plazo.

Hacia una ciudadanía digital responsable

Una parte de la respuesta se basa en la responsabilidad de las empresas y en la regulación pública. Las personas, los gobiernos, las organizaciones y la sociedad deben colaborar para equilibrar las nuevas responsabilidades sociales con los objetivos financieros y éticos.

Pero la respuesta debe venir también del otro lado, de los propios ciudadanos. Con lo digital, los seres humanos se enfrentan a un entorno siempre activo y exponencial que resulta un tanto antinatural. La extensión a los metaversos virtuales sólo tenderá a exacerbar este desafío. Para tener éxito en el dominio de las nuevas fronteras virtuales, **tanto las instituciones como los ciudadanos tendrán que utilizar lo digital de forma que se consiga un equilibrio entre las nuevas oportunidades que ofrece la tecnología, las normas sociales, la responsabilidad social y los objetivos comerciales.**

Las decisiones digitales tendrán que guiarse por la experiencia, el pragmatismo y el equilibrio, y no por una búsqueda incesante de la innovación que pueda pasar por alto nuestras necesidades más profundas.

Explotar siempre lo digital para obtener el máximo impacto puede crear problemas de gran alcance, incluso si es con buena intención. Si no queremos perder la pista en los mundos virtuales, como ciudadanos responsables tendremos que mantenernos bien asentados en el mundo real.

Nuevo paradigma virtual



¿De qué manera están redefiniendo el arte de lo posible los nuevos modos virtuales de operación, comunicación e intercambio de valores?

Mercados centrados en el momento

Las expectativas y la dinámica del comercio mundial evolucionan a medida que las generaciones de nativos digitales⁵² amplían su influencia económica, asumiendo cada vez más responsabilidad en su vida personal y profesional. Los consumidores exigen cada vez más productos y servicios que estén de moda, pero sean personalizados, y a la carta pero sostenibles.

Los proveedores de servicios digitales están creando propuestas de valor que intentan ofrecer e incluso fomentar la personalización y la sostenibilidad. Si bien esto suele conducir a mejoras en los niveles de servicio, también genera niveles cada vez mayores de sobreproducción y, en consecuencia, de desperdicio. Afortunadamente, existe una creciente conciencia mundial de que los recursos deben gestionarse mejor y de que nuestros actuales modelos económicos deben evolucionar.

Los **mercados centrados en el momento (MCM)** son un nuevo paradigma empresarial que responde a la transformación de la demanda de los consumidores y la provisión de productos y servicios. En los MCM, las expectativas específicas del consumidor son fundamentales, y las cadenas de valor para satisfacer cada necesidad se crean en torno a ellas. Todos los contribuyentes de valor deben ser capaces de tomar decisiones colaborativas y coherentes basadas en datos, con el apoyo de capacidades predictivas, para adaptarse continuamente al comportamiento transitorio de los consumidores.

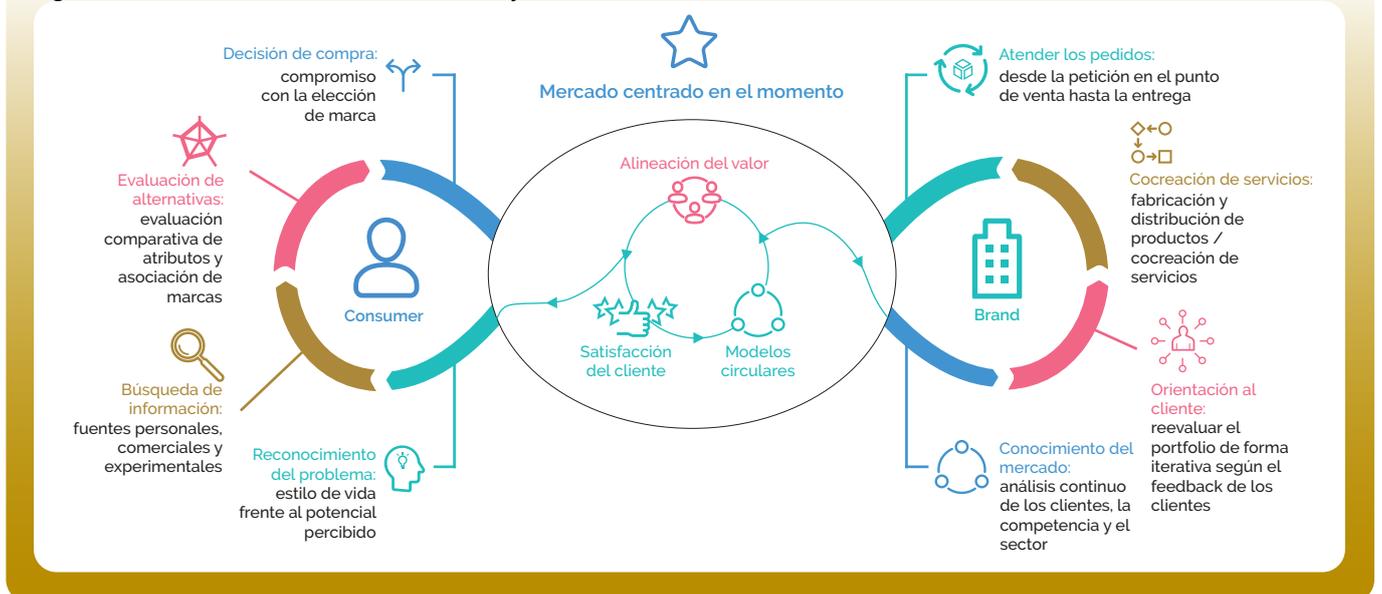
En los mercados centrados en el momento, las necesidades del consumidor son fundamentales y la cadena de valor hasta la satisfacción se crea en torno a cada necesidad individual.

Crear experiencias de compra más íntimas

El desarrollo de un nuevo pensamiento económico comienza con una comprensión adecuada de la relación dinámica entre el consumidor y el minorista. Un consumidor nativo digital suele realizar transacciones impulsadas por una causa e influenciadas por el entorno, pero que también reflejan la identidad individual. Estas expectativas potencialmente contradictorias sólo pueden gestionarse eficazmente mediante la comprensión y el análisis de los comportamientos de compra del consumidor,

sus gustos y aversiones, sus motivaciones sociales y su etapa actual de la vida. Esto da lugar a mercados momentáneos, que se crean cuando los deseos surgen y se evaporan tras ser satisfechos o ignorados. Las empresas que pueden satisfacer estas demandas se convierten en un nuevo tipo de marca: la que reconoce las marcas tradicionales, pero utiliza las plataformas basadas en datos, las redes sociales y los influenciadores para crear una experiencia de compra distinta y más íntima.

Figura 16: Ciclos de mercado interconectados y centrados en el momento



52. Particularmente Gen Z, nacidos entre 1995 y 2010.



Estableciendo marcas ágiles

Para establecerse como marcas MCM, las empresas tendrán que cambiar no sólo lo que producen, sino también cómo lo producen. El qué producir se determina identificando las necesidades de su base de clientes y en un momento dado. Esto incluye una comprensión del estado actual de la demanda y también de la dinámica del mercado a corto plazo. La investigación de mercado tradicional da paso a los bucles de retroalimentación inmediata y a las predicciones de los influenciadores.

Los principios del diseño generativo⁵³ se impondrán cada vez más, ya que ofrecen la agilidad y la creatividad necesarias para optimizar rápidamente los diseños con el fin de satisfacer las demandas cambiantes de los consumidores. En determinados tipos de productos, veremos reforzados estos enfoques mediante la adopción de la fabricación aditiva a gran escala, que apoyará modelos más sostenibles para la personalización a escala bajo demanda, así como la distribución de los procesos de producción más cerca del punto de consumo.

Modelos de negocio sostenibles

La forma de trabajar MCM ofrecerá a sus participantes la oportunidad de abordar sus objetivos financieros y de sostenibilidad. Se trata de un ajuste perfecto para las empresas que persiguen el triple resultado de Personas, Planeta y Beneficios. El valor del modelo de negocio para MCM puede describirse en cualquier combinación de los ejes, sin comprometer su validez financiera.

Un aspecto clave de los modelos de negocio MCM es su capacidad para sostener y recompensar adecuadamente a todos los participantes de la cadena de valor. Cuando la marca ya no es sólo la propiedad intelectual del producto subyacente, esto no siempre es sencillo. El diseño, la producción y la distribución pasan de un modelo algo lineal a un modelo compartido, dinámico e iterativo. Los principios circulares, como el rediseño, la reutilización y el reciclaje, también ocupan un lugar importante en los modelos empresariales sostenibles de MCM.

Esta complejidad solo puede gestionarse eficazmente mediante enfoques digitales de gestión de la cadena de suministro que abarquen intercambios confiables de datos, contratos inteligentes habilitados por software y federación de procesos entre empresas.

Algunas de las primeras aplicaciones prácticas de los principios MCM se encuentran en la industria de la moda. Las start-ups y las casas de moda están prediciendo los momentos reales de compra utilizando la analítica prescriptiva y respondiendo con ofertas proactivas que incluyen líneas de productos a medida. El comprador puede participar activamente configurando opciones de diseño personalizadas construidas en torno a su propio modelo corporal en 3D, seleccionando muchos más colores, cortes y estilos. El diseño elegido puede ser prototipado en estudios o en unidades locales de micro producción que ofrecen una producción ágil con cero residuos, y una entrega en el menor tiempo posible.

El enfoque MCM ante el consumismo es una respuesta potente ante los crecientes retos económicos generacionales (expectativas digitales) y ecológicos (recursos y residuos). Permite satisfacer la demanda con gran precisión, respetando al mismo tiempo los límites de lo que nuestro planeta puede producir y soportar. No obstante, hay que tener en cuenta que la capacidad de satisfacer cualquier capricho puede hacer que aumente el consumo global, lo que puede contrarrestar algunos de estos efectos. Se pueden examinar los estímulos económicos (precios, durabilidad) y psicológicos (control de los impulsos, conciencia del impacto, etc.) para limitar ese efecto.

El funcionamiento interno y las promesas de los MCM parecen muy distantes de nuestras actuales cadenas de suministro globales, pero se pueden dar los primeros pasos con un esfuerzo relativamente pequeño asegurando que la creación de servicios entre consumidores y marcas impulsa la orientación del modelo de negocio y la posterior transformación de la cadena de suministro.

⁵³ Un proceso de diseño iterativo que utiliza automatización inteligente para generar resultados que cumplan con ciertas restricciones de requisitos.

Cambiando el juego de la comunicación

El panorama empresarial de la industria de la comunicación se está transformando radicalmente. Los grandes proveedores globales de nube pública están entrando en el mercado de los servicios de comunicación, aportando nuevas dimensiones de diversidad de servicios y rendimiento extremo. Al mismo tiempo, los proveedores de servicios de comunicación tradicionales (CSP) están utilizando las tecnologías de la nube para hacer más accesibles y automatizados los recursos de red y los servicios digitales que se ejecutan en ellos.

Los CSP, los hiperescalares y los proveedores de servicios digitales están cada vez más entrelazados, ya que encuentran nuevas formas de colaborar y aprovechar los puntos fuertes de cada uno para habilitar el máximo valor en el negocio. En el mejor de los casos, esto se convertirá en una relación cooperativa/competitiva. No sólo los CSP, los hiperescalares y los proveedores de servicios digitales tendrán que revisar su posicionamiento, sino que también sus clientes tendrán que replantearse sus estrategias de alianzas.

Principales tendencias en materia de comunicación

Movimiento continuo hacia el extremo de la nube

Solo en Europa hay actualmente más de cuatrocientas mil interconexiones celulares⁵⁴, y los analistas prevén que esta cifra aumente a más de un millón para 2026⁵⁵. Esto se debe sobre todo al aumento de los despliegues de células pequeñas y se ve acelerado por el crecimiento de los puntos finales de comunicación IoT.

¿Podría el proyecto Starlink de Elon Musk dar un jaque mate sorpresa al sector de las telecomunicaciones? Con el lanzamiento de 42.000 satélites no geoestacionarios en órbitas terrestres bajas, Starlink pretende ofrecer Internet y comunicaciones móviles, sobre todo en zonas rurales, donde los proveedores de telefonía fija y móvil establecidos tienen problemas de cobertura. Con nuevos conceptos, como las redes de satélites conectados por láser, y una plataforma de lanzamiento rentable con SpaceX, los proveedores de SAT establecidos se están quedando atrás. Este movimiento ha provocado la aparición de nuevos programas SAT en otras organizaciones, incluida Apple. Aunque las barreras físicas de la latencia, el ancho de banda y la potencia de los dispositivos sean actualmente demasiado elevadas para compensar por completo las tecnologías celulares y de línea fija, modelos de negocio como los de Starlink sin duda aumentarán el panorama de las telecomunicaciones y abrirán el camino a un nuevo paradigma de comunicaciones por satélite.

Los retos que surgen del continuo movimiento hacia el extremo de la nube pueden agruparse en:

- Heterogeneidad y escala de los puntos de red finales
- Crecimiento masivo de los datos procesados
- Aumento de las superficies de ciberataque que implican muchos niveles y tecnologías diferentes
- Complejidades de sostenibilidad y gestión por el aumento de los niveles de distribución espacial

Esto requiere una estrategia multidimensional de tratamiento y seguridad de los datos. Habrá un impacto masivo en la arquitectura de las aplicaciones y en las estrategias de información, ya que abordan la progresión del valor, la trazabilidad de los datos y el control de su autenticidad, calidad y propiedad.

Trasladar la inteligencia de datos al extremo de la nube es una solución eficaz para hacer frente a las tendencias de crecimiento de los datos. Los enfoques multinivel, que utilizan servidores Edge como nodos de datos distribuidos, se utilizan cada vez más para mejorar la capacidad de gestión y la seguridad.

Separar la infraestructura de la gestión de las comunicaciones es una tendencia global cada vez más acusada típica de una nueva generación de empresas que se centran en compartir y optimizar la infraestructura haciendo uso de los datos de los CSP y de su propia infraestructura pasiva. Esta tendencia se extenderá a la red activa y a la computación Edge hasta que veamos un continuo red-computación y una remodelación del mercado y de las funciones de los CSP, hiperescaladores y proveedores de servicios digitales.

Figura 17: Los hiperescalares y las telecos despliegan nuevas estrategias competidoras por su posición en el Edge



54. assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/es_es/news/2021/02/ey-parthenon-and-ewia-report-on-european-mobile-tower-sector-v2.pdf

55. dgtlinfra.com/small-cell-forum-forecast-35-million-2026/



De la virtualización a la autonomía

Hasta ahora, la virtualización de la red se ha centrado en la desagregación de los componentes físicos de la red (appliances) en infraestructuras de red virtualizadas (NFVI) e implementaciones virtuales de funciones de red (VNF) para hacer un uso más eficiente de los recursos de computación y almacenamiento. Las VNF han permitido automatizar algunos servicios de red, pero sus arquitecturas de pila vertical limitan su eficiencia y escalabilidad para los despliegues de 5G o Edge a gran escala.

Para hacer frente a este reto, están surgiendo las funciones de red nativas de la nube (CNF). Utilizan la tecnología de contenedores para proporcionar la flexibilidad y la escalabilidad horizontal necesarias, así como para reducir los costes de equipamiento y energía.

La continua convergencia de las tecnologías de la comunicación y la nube está obligando a los CSP a encontrar un nuevo papel en el ecosistema de las telecomunicaciones, trabajando junto a los proveedores de nube y de servicios digitales, los proveedores de contenidos y los creadores de experiencias over the top.

Su éxito dependerá de la adopción de modelos de negocio altamente segmentados dentro de un ecosistema de desarrollo que produzca servicios de valor añadido en una amplia gama de casos de uso. Entre los conceptos más innovadores están las redes hápticas y basadas en la intención⁵⁶, la adaptación del contexto ambiental y la segmentación automatizada de políticas y redes para simplificar la incorporación de clientes y dispositivos.

Impacto empresarial y economía del dato

Con el aumento de los desafíos del extremo de la nube y, en particular, la batalla en curso sobre la soberanía de los datos, muchos CSP han tratado de establecer un negocio en la nube mediante la creación de capacidades de infraestructura que promueven las dimensiones de seguridad y soberanía, aunque sin un éxito significativo. En cambio, al aprovechar la estandarización y la automatización a gran escala, los hiperescalares han mantenido su dominio en el negocio de los servicios en la nube, al tiempo que se han expandido al extremo de la nube y han invertido en tecnología de telecomunicación (por ejemplo, la adquisición de Affirmed y Metaswitch por parte de Microsoft). Al ofrecer tecnologías innovadoras de plataforma digital y crear marcos y comunidades de desarrollo, los hiperescalares están encerrando cada vez más a los clientes en su ecosistema de nube específico.

No obstante, existe una enorme motivación para facilitar un mercado más equilibrado en el espacio de comercio de datos, que garantice un intercambio y una generación de valor seguros y regulados, no para desplazar las estructuras de mercado establecidas, sino para dar rienda suelta a oportunidades inexploradas. Esto incluirá el despliegue de nuevos servicios digitales y basados en la nube de forma descentralizada a través de la red, en lugar de limitarse a utilizar la red como capa de transporte.

La industria de la comunicación debería estar bien situada para lanzar estas plataformas de datos, aportando valor al mercado y creando nuevas funciones y ecosistemas de servicios basados en datos. Ofrecerán plataformas de extremo a extremo habilitadas por la red con panoramas tecnológicos que no impongan dependencia del proveedor. El tiempo dirá si los proveedores de servicios de comunicaciones tienen la capacidad de invertir por sí mismos en la creación de estas plataformas, así como de hacer frente a los costes de capital de la modernización de la red y las licencias de espectro.

La necesidad de un nuevo paradigma de comunicación

La digitalización de la economía y el crecimiento explosivo de los datos en el extremo de la nube están acelerando la necesidad de un nuevo paradigma de comunicación, lo que atrae a nuevos actores al mercado de las telecomunicaciones. Estos recién llegados buscan aprovechar la economía del dato para generar nuevos flujos de ingresos y oportunidades. Se aconseja a los CSP que sigan el ejemplo de los hiperescalares y establezcan un amplio ecosistema de desarrolladores y socios de servicios para acometer la transición.

Durante los próximos cuatro años, la industria de la telecomunicación se enfrentará a la mayor disrupción desde la aparición de los smartphones. La virtualización de la red y las tecnologías basadas en los datos están cambiando el mercado de la telecomunicación y han reducido las barreras de entrada para los recién llegados al sector, permitiendo a los hiperescalares y otros proveedores de la nube ofrecer servicios que compiten directamente con los servicios de telecomunicación tradicionales o los sustituyen.

Los clientes deben tomar decisiones meditadas sobre qué carta jugar: la de los ecosistemas de nube preintegrados y cada vez más centralizados de los hiperescalares, o la de los ecosistemas emergentes de socios que se están enfocando en implementar servicios de nube soberanos y descarbonizados en el continuo nube-Edge descentralizado y distribuido.

56. Tecnología de redes que se configura de manera inteligente de acuerdo con la intención comercial y las solicitudes de servicio específica.

Plataformas de ecosistemas de negocio

Pasar del enfoque monopolístico a la federación y la cooperación con un ecosistema adecuado de socios

La economía de las plataformas de negocio ha demostrado su potencia en la última década con el ascenso de Uber, Airbnb, Amazon, Alibaba y otros. Aunque sus fundamentos económicos han sido bien investigados y publicados, solo un número limitado de empresas ha conseguido realmente explotarlos. La dinámica natural de Internet - "el ganador se lleva la mayor parte" - significa que los modelos de plataforma tienden a prosperar a través de posiciones dominantes, casi monopolísticas. La competencia leal, la responsabilidad social y la sostenibilidad no parecen estar entre sus propuestas de valor.

En este contexto, asistimos ahora a la aparición de **ecosistemas de negocio** impulsados por los datos, una nueva generación de plataformas impulsadas por los pares. Aunque es poco probable que este nuevo modelo sustituya al de los actuales cuasi-monopolios, tiene el potencial de ofrecer importantes vías complementarias para la creación de valor: un valor que sólo puede sostenerse cuando todas las organizaciones implicadas comparten una relación mutuamente beneficiosa. Cada entidad debe ser flexible, adaptable y cooperativa, y a menudo contribuirá a la creación de valor y al control de la plataforma operativa que sustenta el ecosistema.

Preparando el terreno: el monopolio frente a la compartición del valor

Los ecosistemas empresariales comercian con datos. Para garantizar la equidad en estos intercambios de datos, es necesario comprender, reconocer y gestionar cuidadosamente el valor de cada fuente de datos y sus contribuciones relativas al beneficio incremental para la plataforma. Además, hay que respetar las limitaciones de la protección de datos, el cumplimiento de la normativa y las múltiples dimensiones de la soberanía.

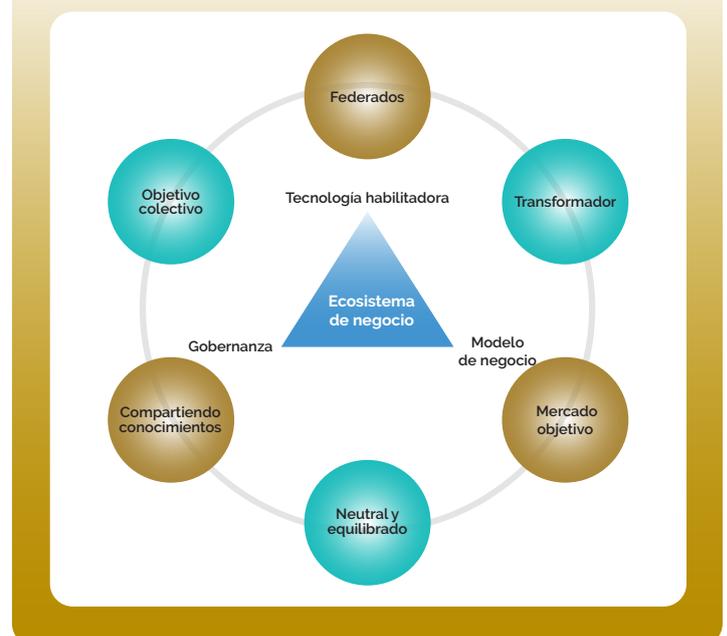
La naturaleza autoorganizada de los ecosistemas de negocio habilitados por plataformas significa que el éxito tenderá a depender de una selección adecuada de socios complementarios, que sean capaces de combinar las habilidades empresariales y técnicas para ofrecer una combinación de valor y escala a los actores. El acuerdo de coinversión, compartiendo tanto costes como riesgos, fomentará la búsqueda de resultados mutuamente beneficiosos y contribuirá a evitar las limitaciones a la hora de impulsar los efectos de red multilaterales deseados.

Gobernanza hacia un objetivo común

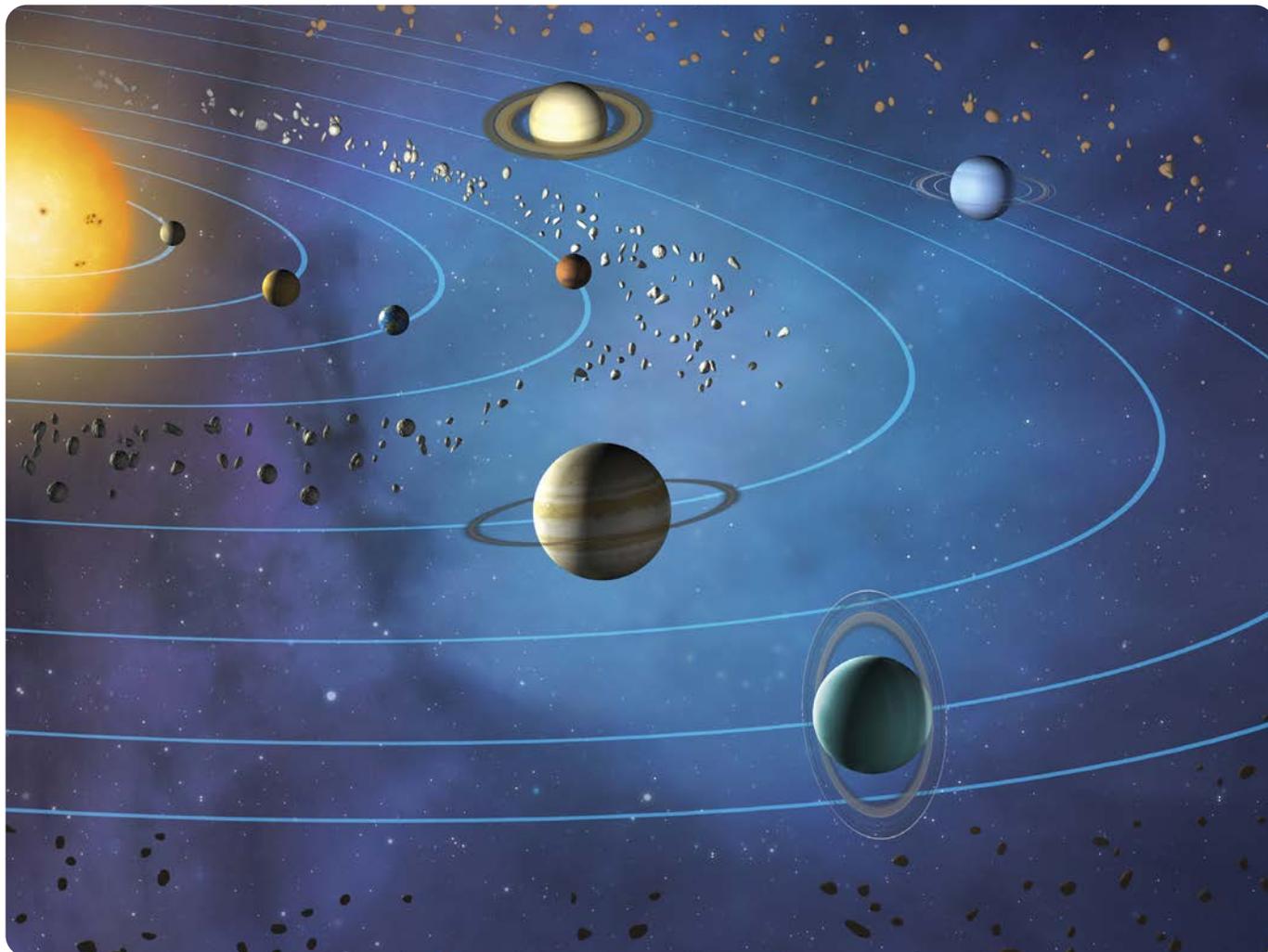
Las plataformas de ecosistemas de negocio requieren políticas y normas aplicables para garantizar que la interacción continua entre los participantes siga siendo fiable, justa y beneficiosa. Los operadores de plataformas tienen una responsabilidad especial a este respecto. Deben ser neutrales con respecto a los resultados empresariales del ecosistema y deben asumir la responsabilidad de gestionar el modelo de gobernanza que dará forma a su funcionamiento y destino. Los modelos de gobernanza deben basarse en principios de apertura, transparencia, responsabilidad y equidad, si se quiere que todos los participantes confíen en ellos. Aunque estamos viendo aparecer ecosistemas de plataforma abiertos, descentralizados y auto-organizados (por ejemplo, Catena X⁵⁷ en el sector de la automoción), sus modelos de gobernanza deben estar en consonancia con los resultados colectivos esperados y apoyarlos. Debe existir un equilibrio adecuado entre la cooperación y la competencia para evitar que surjan actores dominantes.

Los intentos de las grandes empresas de actuar a la vez como operadores de la plataforma y como principales interesados en el negocio han provocado con bastante frecuencia el rechazo de los socios potenciales. Una opción para garantizar la neutralidad dentro de un ecosistema es la creación de una nueva entidad legal o empresa conjunta que actúe como propietaria de la plataforma y opere su propio modelo de negocio para sustentar el crecimiento y evolución del ecosistema colectivo.

Figura 18: Ecosistemas y plataformas de negocio



57. catena-x.net/en/



Tecnología de apoyo

Las plataformas de ecosistemas de negocio tenderán a compartir componentes tecnológicos modulares y escalables similares a los de las aplicaciones nativas de la nube, pero a menudo incorporarán capacidades de seguridad y confianza mejoradas, como la gestión federada de identidades, la soberanía, las tecnologías de registro distribuido y el cifrado avanzado. A medida que los beneficios de la conectividad y el ancho de banda de las redes 5G estén cada vez más disponibles, los modelos federados de intercambio de datos que explotan el valor de las tecnologías Edge enriquecerán aún más los ecosistemas en plataforma. Un ejemplo potente es el de las plataformas de datos de movilidad, que pueden actuar como palanca significativa en la transformación de la industria del transporte y, por tanto, en el reto más amplio de la descarbonización. En 2035, la mayoría de los coches nuevos serán eléctricos y es probable que los modelos de uso compartido sean habituales.

Sin embargo, para que estos servicios orientados a los resultados sean eficaces, los proveedores de transporte tendrán que combinar otras modalidades como los autobuses, los trenes y las bicicletas. Las plataformas de ecosistemas de negocio ayudarán a los gobiernos, los proveedores de movilidad, los ciudadanos y otros proveedores de servicios complementarios a hacer realidad esa visión. En este tipo de casos de uso, un objetivo primordial de la plataforma debe ser cambiar la mentalidad y el comportamiento de las personas.

Los ecosistemas que tengan un amplio abanico de participantes, fuentes de datos y modelos de negocio pueden requerir la interconexión de varias plataformas digitales. Cada plataforma servirá como un componente Edge, orquestado como parte de un mercado multilateral por los servicios de federación del ecosistema - el equivalente al continuo nube-Edge. Están surgiendo marcos estandarizados, estructurados e industriales, tanto desde el punto de vista de la arquitectura tecnológica como de la gobernanza de los datos; sin embargo, prevemos grandes evoluciones en este espacio si se quieren realizar soluciones verdaderamente escalables, sostenibles y que maximicen el valor.

Las plataformas de ecosistemas de negocio deben apoyar objetivos colectivos y mutuamente beneficiosos en nombre de todos sus participantes. Deben ser flexibles y adaptables para seguir siendo relevantes en el entorno siempre cambiante del valor, la gobernanza y la soberanía de los datos. Quedan muchas preguntas abiertas, y cada ecosistema tendrá que encontrar su propio camino, especialmente en lo que respecta a la creación de valor, la monetización de los servicios y los modelos de negocio, así como las transformaciones tecnológicas y empresariales necesarias.

Redefiniendo los modelos de comunicación

Las dos primeras décadas del siglo XXI han tenido un impacto transformador en la comunicación, con la aparición de las redes sociales y la descentralización de la producción y el consumo de contenidos.

Un nuevo paradigma de comunicación

Con el acceso universal a los canales de información y el escaso control editorial, ya no existe un entendimiento común de lo que es verdad. Los niveles de confianza en los medios tradicionales son bajos, y los intentos de los gobiernos o de las empresas de redes sociales por imponer la verdad están fracasando. Las opiniones de la gente son más abiertas que nunca, lo que lleva a la formación de subculturas y realidades digitales alternativas. En algunos casos, los procesos políticos y democráticos se han visto gravemente afectados. El uso innovador de los medios sociales en las campañas de Barack Obama y del Brexit, y la influencia de las redes sociales en las batallas electorales (por ejemplo, entre Trump y Biden en 2020) han demostrado que las plataformas digitales forman ahora parte de los principales campos de batalla de la política.

Los nuevos canales de información han proporcionado una mayor visibilidad y concienciación social sobre asuntos que, de otro modo, podrían haber sido relegados en la agenda política (LGBTQ+, Black Lives Matter, MeToo) y están ayudando a conformar y forzar el cambio social

Las plataformas de juegos online y eSports están desafiando y superando a los canales de comunicación tradicionales. El influencer Ibai Llanos, de 26 años, ofrece comentarios y contenidos interactivos a sus 8,2 millones de seguidores sobre el fútbol español y otros eventos especiales o incluso exclusivos.

La innovación en la tecnología de la comunicación, en el centro de los cambios sociológicos

La tecnología ha hecho posible nuestra sociedad hiperconectada, en la que la producción de contenidos está a la vez descentralizada y concentrada. Todo el mundo puede ser un narrador y una marca, y contenidos creados casi sin coste alguno pueden ser consumidos en cualquier lugar y en cualquier momento.⁵⁸

Ahora nos comunicamos utilizando múltiples canales que se alimentan entre sí, aportando experiencias hiperpersonalizadas en las que se mezclan lo virtual y lo no virtual. Los avances en las tecnologías de vídeo, redes e inteligencia artificial (IA) permiten generar contenidos más sofisticados que difuminan las fronteras entre el mundo físico y el digital. Esto no sólo aporta posibilidades que hasta ahora formaban parte del ámbito de la ciencia ficción, sino que también hace más difícil diferenciar la verdad de la falsedad.

Los agentes y tipos de comunicación también han evolucionado junto a la tecnología, abriendo la puerta a modelos de comunicación de humano a máquina y de máquina a máquina. Las interacciones directas con dispositivos a través de asistentes inteligentes como Alexa o Siri se están ampliando para facilitar las interacciones en nuestra vida cotidiana con dispositivos inteligentes: coches, televisión e incluso mascotas robóticas. Los modelos de comunicación de máquina a persona y de máquina a máquina utilizarán la IA para mejorar y optimizar el intercambio de información entre las partes y los procesos automatizados.

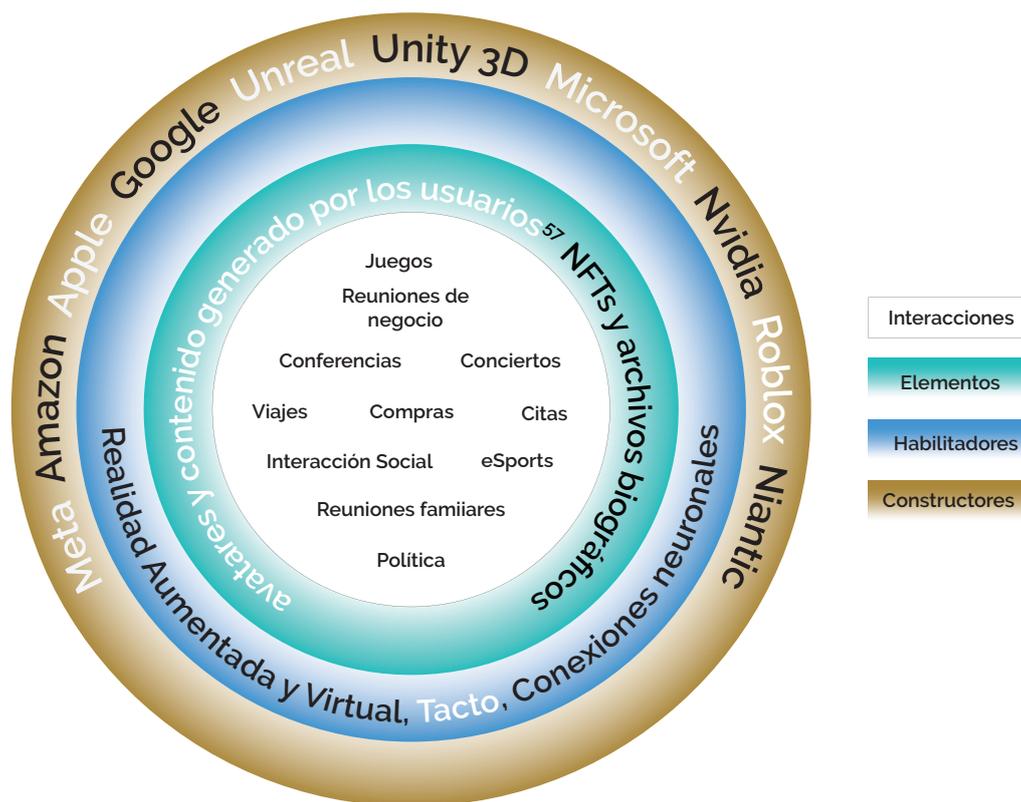
El papel fundamental de la tecnología ha creado una fuerte dependencia de ella, como se ha puesto de manifiesto en los últimos acontecimientos. La pandemia ha transformado por completo la forma en que pensamos en comunicación e interacción, con cenas de Navidad en línea, educación y atención sanitaria en línea, y un aumento masivo del trabajo a distancia. En octubre de 2021 se produjo un apagón masivo de Meta, Instagram y WhatsApp: durante seis horas, miles de millones de usuarios se quedaron sin voz, sin poder comunicarse de la forma a la que se habían acostumbrado. El impacto en Meta fue una caída de 40.000 millones de dólares en la capitalización del mercado.



58. marketingcharts.com/charts/us-adults-social-platform-use-by-demographic-group-in-2021/attachment/pew-social-platform-use-by-demographic-apr2021

59. [Contenido generado por el usuario. \(CGU\).](#)

Figura 19: Actores y tendencias previstos en el emergente metaverso de las comunicaciones



Impacto más allá de las interacciones sociales

Las tendencias de transformación de la sociedad y la tecnología tendrán un impacto directo en las empresas y los modelos de negocio. Prevedemos:

- El aumento de la autorregulación por parte de los gestores de contenidos, la aparición de verificadores de hechos y el control de la información por parte de los gobiernos sobre determinados temas, como la censura de contenidos relacionados con las vacunas.
- Disminución de la influencia de los medios de comunicación tradicionales. Sólo eventos significativos en directo (por ejemplo, un partido de fútbol o unas elecciones) serán vistos de forma simultánea por audiencias masivas, e incluso en ese caso será a través de múltiples canales.
- La monetización de los contenidos pasará de los medios tradicionales de la radiodifusión y los medios escritos a plataformas más íntimas a la carta.
- La prevalencia del aprendizaje inmersivo en línea y de las plataformas de enseñanza; el crecimiento de la asistencia sanitaria a distancia; y una profunda transformación del modelo tradicional de trabajo presencial hacia modelos híbridos.
- Maduración de la IA emocional y la medición electrodérmica para introducir matices y señales no verbales (tono, contexto, lenguaje corporal) en nuestra forma de comunicarnos a través de lo digital.

Los modelos de comunicación están siendo redefinidos por la tecnología a través de nuevas plataformas y servicios, opciones de generación de contenidos y vehículos de monetización. Seguirán surgiendo nuevas oportunidades y riesgos a medida que se amplien y transformen los límites de la comunicación tradicional, lo que traerá consigo implicaciones para todos, desde la política, los negocios y la sociedad, hasta las relaciones personales y el entretenimiento. Entender y adoptar estas tendencias es necesario para ser un actor relevante en la próxima década, sea cual sea el sector de actividad.

Con el creciente interés e inversión en el "metaverso" virtual, vemos cada vez más posible un mundo que combina lo digital y lo físico, en el que la mayor parte de la interacción sólo es accesible a través de la RA y la RV. Sin embargo, como estos entornos están controlados por los gigantes de la tecnología, hay claros ecos de la novela de ciencia ficción distópica Ready Player One.

Tecnología cuántica

La reconfiguración del paisaje digital

La computación cuántica tiene un potencial increíble para resolver problemas altamente complejos y de cálculo intensivo que superan los límites de los ordenadores clásicos de propósito general y de alto rendimiento. A medida que el hardware y los algoritmos sigan evolucionando, para 2024 prevemos un ecosistema digital cuántico emergente que irá madurando en diversos escenarios industriales. Para 2026 esperamos haber iniciado la transición de la simulación cuántica a unos pocos casos de uso real lo suficientemente maduros como para ser adoptados por la industria.

La aplicación de la computación cuántica en la industria

Hay algunos casos de uso comunes en múltiples industrias en los que las técnicas de computación cuántica complementarán al entorno informático tradicional. Entre ellos se encuentran los algoritmos centrados en la optimización, como el Algoritmo de Optimización Aproximada Cuántica (QAOA)⁶⁰ y las simulaciones cuánticas, en las que la naturaleza paralela de la computación puede explotarse a escala. Sin embargo, prevemos que los avances más significativos se producirán en aplicaciones específicas de la industria:

Fabricación: La mayor capacidad de procesamiento matemático de los ordenadores cuánticos permitirá a los fabricantes modelizar los comportamientos de moléculas y compuestos químicos complejos, lo que conducirá a la formulación de nuevos materiales. La investigación en este campo se solapa con la de las industrias química y petroquímica, donde se está invirtiendo en el descubrimiento de nuevos fármacos y en la comprensión de su interacción con los organismos y otras sustancias. Con la mejora de la simulación de sistemas complejos, existe un gran potencial para la optimización del diseño de fabricación y la eliminación de componentes redundantes. Una mejor predicción del comportamiento de los materiales, de su resistencia y de su vida útil bajo carga ayudará a mejorar el rendimiento y la seguridad de los componentes fabricados.

Servicios financieros: Los ordenadores cuánticos son especialmente buenos en el cálculo y la optimización del riesgo, un elemento básico de la banca y los seguros. Los casos de uso incluyen el ajuste del riesgo de la cartera, la estimación de la exposición crediticia, la asignación óptima de capital, el cálculo más rápido del riesgo y de escenarios en la negociación de acciones y divisas, y el enrutamiento inteligente y el ajuste de las operaciones.

Muchas instituciones financieras han empezado a desarrollar y probar algoritmos cuánticos. Sus resultados afirman la importancia de utilizar retos de la vida real para evaluar las ventajas prácticas de las tecnologías cuánticas. Muchas aplicaciones prometedoras se han topado con obstáculos inesperados, pero unas pocas, como la optimización de carteras, han demostrado una escala tan favorable en comparación con las alternativas clásicas, que los sistemas de producción se prevén para dentro de unos pocos años.

Telecomunicación: La comunicación cuántica es un tema de interés para los proveedores de telecomunicación, en particular el área de establecimiento de la infraestructura de Internet cuántica. La integración de las capacidades cuánticas en las infraestructuras y servicios de telecomunicación existentes permitirá nuevos servicios como la metrología cuántica, los relojes, los protocolos de seguridad cuántica y las redes de información.

Energía y utilities: Las tecnologías cuánticas desempeñarán un papel importante en la optimización de las redes energéticas inteligentes. Equilibrar la oferta, la demanda y el almacenamiento de energía para maximizar el uso de la generación renovable será un aliado esencial en la descarbonización de las redes de las utilities. También cabe esperar que las soluciones de seguridad cuántica desempeñen un papel en la protección de nuestra infraestructura nacional, ya que las soluciones de gestión y control descentralizadas amplían la superficie potencial de ciberataque.

Logística y transporte: La compleja optimización de rutas a gran escala y otros escenarios que requieren soluciones a problemas NP-completos⁶¹ son aplicaciones perfectas para los ordenadores cuánticos. El análisis de los flujos de tráfico permitirá resolver la congestión del transporte y mejorar la seguridad. Las redes de aviación y de ferrocarril podrán introducir patrones de viaje multisalto más complejos, reduciendo la distancia total, el coste y las emisiones.

Defensa: Este sector ya está explorando la sensorización cuántica para la vigilancia subterránea y submarina, así como las soluciones de seguridad cuántica, tanto ofensivas como defensivas.

Sanidad y ciencias de la vida: La computación cuántica, junto con la inteligencia artificial (IA) y la computación de alto rendimiento (HPC), ofrecerá simulación molecular y diseño de fármacos para la medicina de precisión y personalizada. También acelerará el reconocimiento de imágenes médicas por parte de la IA para ayudar a la detección temprana de enfermedades. Las innovaciones en las imágenes por resonancia magnética a temperatura ambiente (MRI) también se apoyan en las tecnologías cuánticas.

60. User Generated Content

61. <https://arxiv.org/abs/1411.4028>

Desarrollo de la tecnología cuántica

Se ha demostrado que algunos problemas reales de la industria sólo pueden resolverse en la práctica con ordenadores cuánticos. Los avances tecnológicos continuarán, y los costes de implementación y las barreras de adopción se reducirán gracias a desarrollos como los híbridos HPC cuánticos y la perspectiva de máquinas a temperatura ambiente (dos empresas tienen prototipos en funcionamiento que utilizan la fotónica cuántica). Para finales de 2023 se esperan máquinas operativas con más de 1.200 qubits y capaces de abordar cargas de trabajo de producción significativas. Aunque esto parece ser sólo 10 veces el tamaño de las máquinas actuales, con la naturaleza exponencial de la computación cuántica esto es significativo, especialmente para determinadas aplicaciones. Aunque el hardware cuántico aún no se produce en masa, hay simuladores disponibles, y es imperativo que las industrias comiencen a crear las habilidades y los algoritmos cuánticos pertinentes para sus desafíos ahora.

Los nuevos algoritmos cuánticos, junto con la computación clásica, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, ayudarán a optimizar procesos, clasificar y correlacionar datos, y permitirán la simulación de una gran variedad de sistemas complejos. Surgirán soluciones prácticas de computación cuántica para la industria para una serie de casos de uso actualmente intratables.

Se espera que la computación cuántica de distribución de claves ofrezca una ventaja significativa para abordar uno de los grandes retos actuales del mundo: el cambio climático. Esperamos que ayude a descubrir formas mejoradas de almacenar energía en baterías, a construir mejores modelos climáticos y a ofrecer medios más eficientes de captura de carbono y generación de energía.

Aunque es difícil predecir con exactitud los próximos pasos, una cosa es segura: la tecnología cuántica va a cambiar el panorama digital para siempre.

Figura 20: Análisis del tamaño del mercado de las iniciativas cuánticas arket size analysis



Las rutas hacia la inteligencia artificial general

Los logros actuales de la inteligencia artificial (IA) son considerables, ya que los sistemas de IA consiguen de forma rutinaria un rendimiento similar o mejor que el de los humanos en una serie de tareas específicas. Pero las capacidades actuales se consideran muy limitadas y carentes de autoconciencia, conciencia, inteligencia genuina e intuición. Sin embargo, el ritmo de evolución de la IA es tal que es posible imaginar sistemas capaces de realizar casi cualquier tarea intelectual que pueda realizar un humano: la inteligencia general artificial (AGI). Aunque nadie espera que la AGI sea una realidad en 2026, debemos observar cómo va progresando para identificar sus beneficios empresariales disruptivos, así como las posibles áreas de peligro.

Avances tecnológicos en AGI

El camino hacia la AGI está compuesto de mejoras incrementales en los enfoques, algoritmos, hardware y datos. Los principales avances de los últimos años pueden resumirse así:

Redes neuronales profundas abarcan prácticamente todos los aspectos del aprendizaje automático, desde la visión artificial y la comprensión del lenguaje natural (NLU), hasta el análisis de series temporales y el razonamiento. Las técnicas recientes de IA se centran en mejorar su solidez y en aumentar su capacidad de generalización mediante el aprendizaje con datos no etiquetados.

Transformadores son modelos de aprendizaje profundo capaces de diferenciar las partes significativas e insignificantes de los datos de entrada mediante la atención. Uno de los logros más conocidos es el GPT-3⁶² de OpenAI, un modelo muy amplio capaz de generar textos realistas, responder a preguntas generales y mucho más. Los transformadores se han aplicado con éxito a la visión artificial, donde el mecanismo de atención proporciona mayor precisión del modelo y menor coste computacional.

Aprendizaje autosupervisado (SSL) El aprendizaje autosupervisado permite el entrenamiento de modelos a partir de grandes conjuntos de datos que no es posible etiquetar a mano. El SSL se aplica a muchos escenarios de aprendizaje profundo en los que los modelos preentrenados no están disponibles en el mercado o su coste es prohibitivo. La capacidad de aprender continuamente a partir de datos sin procesar en cualquier medio, como texto, imágenes, audio y sensores, es fundamental para los sistemas AGI (SSL).

Aprendizaje continuo y formación permanente imitan el aprendizaje humano para adaptarse a nuevas circunstancias y entornos, sin dejar de obtener buenos resultados con los datos de entrenamiento anteriores.

Aprendizaje con pocas muestras, que pretende replicar la capacidad de los humanos para aprender una tarea después de que se les enseñe a hacerla una o dos veces.

Adaptación al dominio no supervisada, que se ocupa de los cambios de dominio. Por ejemplo, en una red de cámaras en exteriores, un cambio significativo en las condiciones

meteorológicas o de iluminación puede provocar un descenso en la precisión del modelo de aprendizaje automático (ML). La adaptación al dominio aborda el problema de transferir a los dominios de destino los conocimientos aprendidos en el origen con muchos ejemplos de entrenamiento anotados.

Aprendizaje por refuerzo, en el que un agente interactúa con su entorno y aprende a realizar acciones que se ven reforzadas por las recompensas. Los resultados deseados obtienen mayores recompensas que los no deseados. Una de las grandes promesas del aprendizaje por refuerzo de la AGI es que proporciona una respuesta explícita a por qué los agentes inteligentes hacen lo que hacen.

Máquinas híbridas de IA imitan el desarrollo cognitivo del niño. Por ejemplo, primero aprendemos a distinguir una manzana de un plátano, luego a asociar símbolos y, progresivamente, categorías complejas. Por último, aprendemos la capacidad de deducir nuevos hechos, habilidades y conocimientos. El objetivo de las máquinas de IA híbrida es adquirir conocimientos por descubrimiento, deducción o instrucción.

Por último, pero no menos importante, los **avances en hardware** conducen a cambios disruptivos en la arquitectura. Por ejemplo, los chips neuromórficos que emulan los picos de actividad del cerebro humano. Otras vías prometedoras son el hardware de computación fotónica y los ordenadores cuánticos, que podrían acelerar la IA en varios órdenes de magnitud.

Consideraciones éticas

Un mayor desarrollo de la IA permitirá que las entidades más inteligentes reciban cada vez más poder de decisión, se vuelvan más robustas y contribuyan directamente a su mayor inteligencia. Esto creará un bucle de retroalimentación que generará ciclos de progreso y disrupción. Pero no debemos olvidar que la IA es una herramienta; debemos mantener un equilibrio ético entre los humanos y las máquinas. La IAG sin una brújula moral podría conducir a resultados peligrosos con un impacto devastador en los seres humanos. Es importante que los gobiernos comprendan y regulen el desarrollo de la IA, y las organizaciones deben adoptar este importante tema cuando construyan sistemas de IA.

62. una solución que se puede verificar rápidamente, pero no existe una forma informática clásica de encontrar rápidamente una solución.

63. <https://openai.com/blog/gpt-3-apps/>



Oportunidades de negocio en la ruta hacia la AGI

El ritmo de avance de la IA dará lugar a muchas nuevas oportunidades de negocio. Por ejemplo, los transformadores disponibles como servicio en la nube pueden ayudar al mercado B2B a crear sus propias soluciones de NLU. Las búsquedas de similitud vectorial (uno de los ingredientes clave de los transformadores) dan resultados extraordinarios para encontrar similitudes entre frases, moléculas, geometrías, imágenes, códigos, formas 3D y muchas más. Pueden aplicarse a los datos empresariales, como habilidades y productos, para captar mejor la información contextual de las entidades.

Los asistentes virtuales avanzados serán probablemente el logro más visible en la ruta hacia la IAG. Cada vez serán más indistinguibles de las interacciones humanas y soportarán

consultas y tareas mucho más complejas, gestionando conversaciones sobre diversos temas, entablando discusiones con humanos y redactando comunicaciones escritas. También podemos esperar ver más problemas difíciles, como la química computacional, el diseño de fármacos, la modelización financiera y la optimización resolviéndose con técnicas que son escalones hacia la IAG.

La inteligencia artificial general (IAG) es probablemente la idea más controvertida en la investigación de la IA. Todavía no sabemos si estamos cerca de alcanzarla ni si tiene sentido intentarlo. No obstante, los avances tecnológicos seguirán produciéndose, con un impacto considerable en la industria, la sociedad y nuestra vida personal. Anticiparse a ellos y crear confianza y equidad es la clave para aceptación generalizada.

Figura 21: Las rutas de la inteligencia general artificial



Agradecimientos

El consejo de redacción:

Sophie Proust (Directora de la Comunidad Científica de Atos)
John Hall (Redactor Jefe)
José Esteban Lauzán
Amelie Groud
Marianne Hewlett
Christopher Joykson
Chetan Manjarekar
Purshottam Purswani
Jean-Christophe Spilmont

Líderes de áreas de investigación:

Jean-Marc Cadudal
Thierry Caminel
Luiz Domingos
Amelie Groud
Celestino Guemes Seoane
John Hall
Jordan Janeczko
Christopher Joykson
Peter Kalmijn
Frederik Kerling
Ivo Lujendijk
Neil Milliken
Albert Minguillon
Purshottam Purswani
Francisco Jose Ruiz Jimenez
David Salama Osborne
Marcelle Schillings
Albert Seubers
Kaoutar Sghiouer
Mary Sirois
Vinod Vasudevan
Peter Vrenken

Especial agradecimiento a
Philippe Mareine por su liderazgo inspirador

Gráficos y diseño:

Equipo de la Atos Marcom Agency



Acercas de la Comunidad Científica de Atos

La Comunidad Científica de Atos elabora la visión del Grupo sobre el futuro de la tecnología en el negocio y anticipa las tendencias y tecnologías que darán forma a las empresas y a la sociedad en los próximos años.

Esta red mundial está formada por más de 170 de los mejores científicos, ingenieros y pensadores de todo el Grupo. Juntos representan una rica mezcla de conocimientos, experiencia y formación.

A través de publicaciones periódicas en el blog, libros blancos, informes de liderazgo de pensamiento y, sobre todo, las publicaciones bienales Journey, la Comunidad Científica ha establecido a Atos como líder de pensamiento y ha ayudado a sus clientes a navegar con seguridad por los desafíos de la era digital. Los miembros de la Comunidad Científica son creadores del cambio, adoptando un enfoque proactivo para identificar y anticipar las tecnologías disruptivas. También desempeñan un papel importante en la creación de patentes y desarrollan una amplia variedad de pruebas de concepto avanzadas. Como mentores del Atos IT Challenge -una competición anual para universidades de todo el mundo- ayudan a nutrir la próxima generación de talento digital.

En colaboración con la Comunidad de Expertos de Atos, los centros de I+D de Atos y los socios de investigación externos del Grupo, los miembros de la Comunidad Científica ayudan a introducir conceptos y servicios innovadores, como la computación cuántica, en la cartera de Atos. También trabajan en servicios de impacto social como la accesibilidad y la inclusión digital. Esto garantiza que los clientes disfruten de un acceso temprano a las tecnologías revolucionarias que transformarán sus negocios

[Seguir a la Comunidad Científica de Atos en atos.net/scientific-community](https://atos.net/scientific-community)

¡Continuemos la conversación!

¿Cómo desplegará el potencial de las dimensiones virtuales en su empresa?
¿Cómo la creciente conexión entre los mundos físico y virtual ampliará los límites de sus operaciones en su viaje hacia el 2026 y más allá?

La red del Centro de Tecnología e Innovación de Negocio de Atos (BTIC) ofrece la oportunidad de participar en sesiones virtuales o físicas con los miembros de la Comunidad Científica de Atos, aportando una experiencia práctica de las innovaciones que le ayudarán a superar sus retos de transformación y a hacer crecer su negocio.

A través de sesiones informativas sobre tecnología, talleres de innovación y pruebas de concepto, no sólo obtendrá información sobre los últimos avances y tendencias tecnológicas, sino que también comprenderá lo que podrían hacer en su sector y para su propia organización. Contacte con nosotros en línea o a través de su Client Executive Partner para organizar un workshop de innovación.

atos.net/btic

Sobre Atos

Atos es un líder mundial en transformación digital con 112.000 empleados y unos ingresos anuales de c. 11.000 millones de euros. Número uno europeo en ciberseguridad, nube y computación de alto rendimiento, el Grupo ofrece soluciones integrales a medida para todos los sectores en 71 países. Pionero en servicios y productos de descarbonización, Atos está comprometido con una digitalización segura y descarbonizada para sus clientes. Atos es una SE (Societas Europaea), que cotiza en Euronext París y está incluida en los índices CAC 40 ESG y Next 20 Paris Stock

El [propósito de Atos](#) es ayudar a diseñar el futuro del espacio de la información. Su experiencia y servicios apoyan el desarrollo del conocimiento, la educación y la investigación en un enfoque multicultural y contribuyen al desarrollo de la excelencia científica y tecnológica. En todo el mundo, el Grupo permite a sus clientes y empleados, y a los miembros de la sociedad en general, vivir, trabajar y desarrollarse de forma sostenible, en un espacio de la información seguro y protegido

[Descubra más información sobre nosotros](#)

atos.net
atos.net/career

Comencemos un debate juntos

