

LUZ MÓNICA HERRERA ZAPATA
JORGE MURGUEITIO CABRERA
SANDRA MILENA ORTIZ LAVERDE
Coordinadores

II

Ecosistema digital
en sus distintos
desarrollos
y las tecnologías
disruptivas

Las TIC y la SOCIEDAD DIGITAL

Doce años después de la ley

ÉDGAR GONZÁLEZ LÓPEZ / Director

ÉDGAR GONZÁLEZ LÓPEZ

(DIRECTOR)

LUZ MÓNICA HERRERA ZAPATA

JORGE MURGUEITIO CABRERA

SANDRA MILENA ORTIZ LAVERDE

(COORDINADORES)

LAS TIC Y LA SOCIEDAD DIGITAL DOCE AÑOS DESPUÉS DE LA LEY

TOMO II

ECOSISTEMA DIGITAL EN SUS

DISTINTOS DESARROLLOS

Y LAS TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS

UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA

Las TIC y la sociedad digital [e-book] : doce años después de la ley. Tomo II, ecosistema digital en sus distintos desarrollos y las tecnologías disruptivas / Édgar González López (director) ; Luz Mónica Herrera Zapata, Jorge Murgueitio Cabrera, Sandra Milena Ortiz Laverde (coordinadores) ; presentación Hernando Parra Nieto ; Germán Darío Arias Pimienta [y otros]. -- Bogotá : Universidad Externado de Colombia. 2021.

1 recurso electrónico (874 páginas) : gráficos ; 24 cm.

Incluye referencias bibliográficas al final de cada capítulo.

ISBN: 9789587908285 (e-book)

1. Tecnologías de la información y la comunicación – Legislación – Colombia 2. Tecnologías de la información y la comunicación – Innovaciones tecnológicas – Colombia 3. Sociedad de la información -- Aspectos jurídicos – Colombia 4. Competencia (Derecho) – Colombia 5. Big data -- Colombia I. González López, Édgar, director II. Herrera Zapata, Luz Mónica, coordinadora III. Murgueitio Cabrera, Jorge, coordinador IV. Ortiz Laverde, Sandra, coordinadora V. Parra Nieto, Hernando, presentación VI. Universidad Externado de Colombia VII. Título

LE303.4833 SCDD 21

Catalogación en la fuente -- Universidad Externado de Colombia. Biblioteca.

noviembre de 2021

ISBN 978-958-790-727-8

e-ISBN 978-958-790-728-5

© 2021, ÉDGAR GONZÁLEZ LÓPEZ (DIRECTOR)

© 2021, LUZ MÓNICA HERRERA ZAPATA, JORGE MURGUEITIO CABRERA
Y SANDRA MILENA ORTIZ LAVERDE (COORDINADORES)

© 2021, UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA

Calle 12 n.º 1-17 este, Bogotá

Teléfono (601) 342 0288

publicaciones@uexternado.edu.co

www.uexternado.edu.co

Primera edición: noviembre de 2021

Corrección de estilo: José Curcio Penen

Diseño de cubierta: Departamento de Publicaciones

Composición: María Libia Rubiano

Impresión y encuadernación: Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S. - Xpress Kimpres

Tiraje: de 1 a 1.000 ejemplares

Impreso en Colombia

Printed in Colombia

Prohibida la reproducción o cita impresa o electrónica total o parcial de esta obra, sin autorización expresa y por escrito del Departamento de Publicaciones de la Universidad Externado de Colombia. Las opiniones expresadas en esta obra son responsabilidad de los autores.

*Las tecnologías disruptivas en la transformación digital:
una panorámica global en el horizonte 2025-2030*

LUIS JOYANES AGUILAR *

SUMARIO

Introducción: breves consideraciones semánticas. 1. Tecnologías disruptivas de Industria 4.0 y la Cuarta Revolución Industrial: el horizonte 2015. 1.1. Internet Industrial de las Cosas (IIoT). 2. Panorámica de las tecnologías disruptivas en el horizonte 2025-2030. 2.1. *Edge Computing* y *Fog Computing*. 2.2. *Edge Computing* y *Fog Computing* Tecnologías *wearables* (ponibles). 2.3. Realidad extendida: experiencias inmersivas de realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta. 2.4. Gemelos digitales (*digital twins*). 2.5. Inteligencia Artificial Aplicada. 2.6. Drones. 2.7. *Blockchain*. 2.8. Robots colaborativos (*cobots*). 2.9. Automatización Robótica de Procesos (RPA): robots de software. 2.10. Vehículos autónomos y vehículos conectados. 2.11. Aprendizaje automático. 2.12. Aprendizaje profundo. 2.13. Asistentes virtuales: *bots* y *chatbots*. 2.14. Redes 5G: la era de la hiperconectividad. 2.15. Redes WiFi 6.0. 3. Tecnologías emergentes en 2020 (Gartner, agosto de 2019). 3.1. Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2019. 4. Diez principales tendencias tecnológicas estratégicas para 2020 (Gartner, octubre de 2019). 5. Radar de tecnologías y vigilancia tecnológica. 5.1. Informe Radar de Tecnologías BBVA edición 2018 (*blockchain* e IoT). 5.2. Informe Radar de Innovación & Tecnologías edición 2019 (criptomonedas y visualización de datos). 6. Tendencias tecnológicas en el horizonte 2025. 6.1. Tendencias tecnológicas para 2020: previsiones de Bernard Marr (*Forbes*). 6.2. Tecnologías de mayor impacto en la década de 2020 y siguientes (*Forbes*). 7. Tecnologías emergentes y disruptivas: *Hype Cycle Gartner*, agosto de 2020. 8. Tecnologías disruptivas de impacto para la protección del coronavirus Covid-19. 8.1. Diez tecnologías recomendadas por el Parlamento Europeo. 8.2. Perspectiva del Covid-19: tecnología e innovación contra el Coronavirus. 8.3. Otras tecnologías disruptivas de gran uso en la actualidad frente a la pandemia. 8.4. Pasa-porte de inmunidad (de salud). 8.5. Tecnologías de distanciamiento social. 8.6. Retos y oportunidades de las tecnologías en la lucha contra el Covid-19: los riesgos a la privacidad. 9. Tendencias de la transformación digital del futuro y su impacto en el Covid-19 (*Forbes*, julio de 2020). 9.1. Proveedores de servicios de transformación digital según Forrester (junio de 2020).

* Doctor Ingeniero en Informática y doctor en Sociología. Presidente de la Fundación I+D del Software Libre (Fidesol); catedrático de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad Pontificia de Salamanca. Correo-e: ljoyanes@fidesol.org.

9.2. España Digital 2025: Agenda para la “transformación digital de España”.
10. La hiperconectividad del futuro: 6G y WiFi 7. Conclusiones: en camino a la Quinta Revolución Industrial. Bibliografía.

RESUMEN

Los términos *tecnologías disruptivas* y *transformación digital* son, sin género de dudas, muy populares o “de moda” (*buzzwords*) con decenas de millones de referencias en buscadores como Google, y muy resaltadas en todo tipo de medios de comunicación, así como en la vida diaria de organizaciones, empresas y usuarios. Las tecnologías disruptivas de impacto en la sociedad nacen, se desarrollan, se implantan, se despliegan y se mantienen por periodos cortos, medios o largos, aunque también, como veremos posteriormente en los informes Hype Cycle de Gartner, se pueden lanzar, alcanzar un pico de sobre-expectación, para luego caer en un abismo de desilusión donde desaparecen o dejan de tener presencia, sin llegar a asentarse o, lo que llama la consultora, alcanzar una meseta de productividad.

En este capítulo analizaremos las tecnologías disruptivas desde la perspectiva de las tecnologías emergentes y estratégicas de impacto en el horizonte 2025-2030, y revisaremos brevemente las tecnologías disruptivas de mayor impacto en el horizonte 2015 –coincidiendo con el despegue de la industria 4.0 y el inicio de la Cuarta Revolución Industrial (4RI)– y también las tecnologías disruptivas de impacto en el horizonte 2025 y que comenzaron su despliegue en el bienio 2019-2020. Así mismo haremos estudiaremos el impacto de las mencionadas tecnologías en la transformación digital y la necesaria digitalización en empresas de todo tipo, pequeñas, medianas y grandes.

Consideraremos como pilares tecnológicos fundamentales: el *cloud computing*, el *big data*, la *Inteligencia Artificial Aplicada*, el *Internet de las Cosas* (IoT), la *ciberseguridad* y la ya “asentada” *blockchain*; y veremos otras tecnologías disruptivas como los *gemelos digitales* (*digital twins*), los *vehículos autónomos*, los *drones*, los *robots de software* (RPA) y los *asistentes virtuales inteligentes*. Para este análisis nos apoyaremos en estudios e informes realizados por consultoras y organizaciones de reconocido prestigio mundial. Como complemento a nuestro cometido, reflejaremos los términos de *radares de tecnologías* o sistemas de vigilancia tecnológica que apoyarán a las empresas en la realización acertada de elección de tecnologías que puedan aprovechar

para la optimización de sus estrategias y que les permita ayudarles en su toma de decisiones.

PALABRAS CLAVE

Big data, blockchain, ciberseguridad, computación en la nube, drones, Industria 4.0, Inteligencia Artificial Aplicada, Internet de las Cosas, radar de tecnologías, RPA, tecnología disruptiva, transformación digital, vehículos autónomos.

INTRODUCCIÓN: BREVES CONSIDERACIONES SEMÁNTICAS

Tecnologías disruptivas y transformación digital son términos que “sueñan” y se han vuelto “muy populares” (*buzzwords*) en todo tipo de medios de comunicación, conversaciones orales, en redes sociales, en informes, estudios, artículos, libros, etc., de forma que “todos, profesionales o no, tecnológicos...”, nos hacemos una idea general aproximada de dichos conceptos y, pensando en las organizaciones, las empresas y los usuarios, intentamos deducir cuáles son los beneficios que obtendrán de una buena y eficiente utilización de dichas tecnologías y tendencias digitales. Vamos a recurrir al Diccionario de la Real Academia Española (DRAE, www.rae.es), herramienta fundamental del uso del español aceptado universalmente por todas las academias de la lengua de España, Latinoamérica y otros países de habla española, para situarnos de un modo conceptual en los términos anteriores, eje central de este capítulo.

El DRAE define *disruptivo*, *va* (del ingl. *Disruptive*) como un adjetivo “Que produce disrupción” y *disrupción* (del inglés *disruption*, y este del latín *disruptio*, *-ōnis*, var. de *diruptio*, *-ōnis* 'rotura, fractura') como “Rotura o interrupción brusca”. Otra institución de referencia es la Fundación del Español Urgente (Fundéu)¹ que extiende la definición: “El sustantivo

1 La Fundación del Español Urgente (Fundéu) es una institución sin ánimo de lucro que tiene como principal objetivo impulsar el buen uso del español en los medios de comunicación. Nacida en el año 2005 fruto de un acuerdo entre la Agencia Efe y el banco BBVA, trabaja asesorada por la Real Academia Española. El equipo de la Fundéu está formado por periodistas, lingüistas, lexicógrafos, ortotipógrafos, correctores y traductores. Cuenta con la ayuda de un Consejo Asesor formado por destacadas personalidades del mundo de la lengua, el periodismo y otros ámbitos, que se reúne quincenalmente para analizar los asuntos lingüísticos de mayor complejidad, y un

disrupción, el adjetivo *disruptivo* y el menos frecuente verbo *disrumpir* son adecuados para aludir a un proceso o un modo de hacer las cosas que supone una 'rotura o interrupción brusca' y que se impone y desbanca a los que venían empleándose" (Fundéu, 2015), y ya particularizando, y en otra entrada en su sitio web 2017^[2] responde a la pregunta *¿Qué es la disrupción?* con los siguientes conceptos: 1. "Una *disrupción* es una interrupción o rompimiento con la manera tradicional de ejecutar algo" y también "Un proceso o un modo de hacer las cosas [...] que se impone y desbanca a los que venían empleándose".

Recurriendo de nuevo a la RAE, su diccionario define *transformación* como: "Acción y efecto de transformar"; no hay ninguna acepción a transformación digital, pero curiosamente sí aparece "transformación maligna" como acepción biológica. El término *digital* tiene en la RAE dos acepciones relacionadas: 2. "Referente a los números dígitos"; 3. "Dicho de un dispositivo o sistema: Que crea, presenta, transporta o almacena información mediante la combinación de bits"; sin embargo, hace dos menciones a la firma y la impresión digitales, pero no aparece ninguna llamada a la transformación digital.

Así pues, hemos buscado definiciones por todo el planeta Web y nos hemos quedado con las tres siguientes: la de la multinacional Hewlett-Packard, la de la consultora global Gartner y la de la empresa PowerData que tiene gran presencia en España, Latinoamérica y el Caribe.

DEFINICIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Hewlett-Packard³ define transformación digital como

... un proceso que integra la tecnología digital en todos los aspectos del negocio y que requiere de cambios fundamentales en el ámbito de la tecnología, la cultura, las operaciones y la entrega de valor. Para aprovechar mejor las tecnologías emergentes y su rápida expansión en las actividades humanas, las empresas deben reinventarse y transformar radicalmente todos sus procesos y modelos. La transformación digital requiere un cambio de enfoque al perímetro de la empresa y centros de datos más ágiles que puedan respaldar ese entorno. También implica

Patronato. La presidencia de honor de la Fundación recae en el director de la Real Academia Española, Santiago Muñoz Machado.

2 Disponible en [<https://www.fundeu.es/recomendacion/disrupcion-disruptivo-disrumpir/>].

3 Disponible en [<https://www.hpe.com/es/es/what-is/digital-transformation.html>].

mudar la tecnología anterior, que puede ser costosa de mantener para la empresa, y modificar la cultura empresarial de manera que respalde la aceleración que trae consigo la transformación digital.

Por su parte, la consultora Gartner, referente mundial en Tecnologías de la Información (TI), tiene en su sitio Web un Glosario de términos de TI (*IT Glossary*), en el que define transformación digital⁴ como:

La transformación digital puede referirse a cualquier cosa, desde la modernización de la TI (por ejemplo, la computación en la nube) hasta la optimización digital y la invención de nuevos modelos de negocios digitales. El término se usa ampliamente en organizaciones del sector público para referirse a iniciativas modestas tales como poner servicios en línea o modernización heredada (*legacy*). Por lo tanto, el término se parece más a "digitalización" que a "transformación empresarial digital".

Siguiendo a Gartner, su definición de digitalización⁵ es: "... el uso de tecnologías digitales para cambiar un modelo comercial y proporcionar nuevos ingresos y oportunidades de producción de valor; es el proceso de pasar a un negocio digital".

PowerData, empresa española con sucursales en numerosos países latinoamericanos, especializada en inteligencia de negocios, con más de veinte años de experiencia, incorpora en su sitio web una excelente y fiable documentación propia y externa sobre temas de tecnologías de la información define así la transformación digital⁶:

... es un proceso que integra la tecnología digital en todos los aspectos del negocio y que requiere de cambios fundamentales en el ámbito de la tecnología, la cultura, las operaciones y la entrega de valor. Para aprovechar mejor las tecnologías emergentes y su rápida expansión en las actividades humanas, las empresas deben reinventarse y transformar radicalmente todos sus procesos y modelos. La transformación digital requiere un cambio de enfoque al perímetro de la empresa y centros de datos más ágiles que puedan de respaldar ese entorno. También implica mudar la tecnología anterior, que puede ser costosa de mantener para la empresa,

4 GARTNER. "IT Glossary", disponible en [<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-transformation>].

5 GARTNER. "IT Glossary", disponible en [<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization>].

6 Disponible en [<https://www.powerdata.es/transformacion-digital>].

y modificar la cultura empresarial de manera que respalde la aceleración que trae consigo la transformación.

CASO DE ESTUDIO: AGENDA PARA LA “TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE ESPAÑA”

En España el impacto del término transformación digital ha llegado hasta el campo político. El nuevo gobierno español, que tomó posesión en enero de 2020, cambió el nombre del Ministerio de Economía y Empresa por el de Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Posteriormente, en julio del mismo año, presentó el proyecto España Digital 2025: Agenda para la "transformación digital de España". Al final del capítulo ampliaremos esta noticia de impacto.

1. TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS DE LA INDUSTRIA 4.0 Y LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: EL HORIZONTE 2015

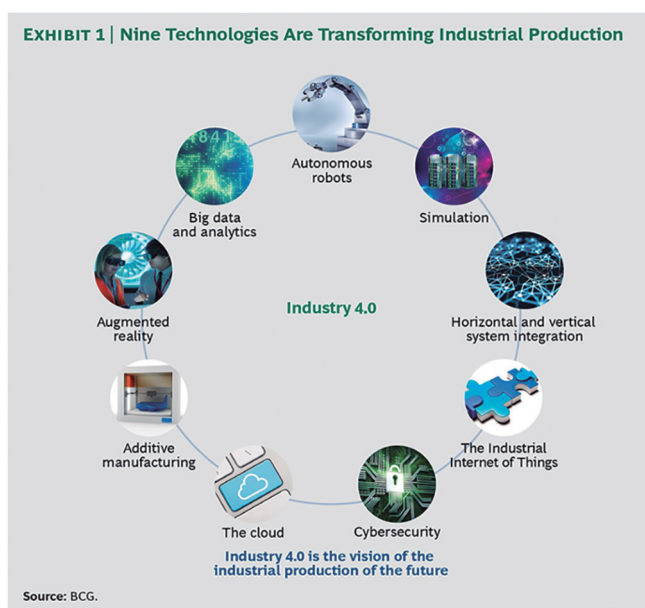
La iniciativa Industria 4.0^[7], cuyo término y significado acuñaron en 2011 las empresas industriales de Alemania para describir la digitalización y los procesos industriales mediante la interconexión de Internet de las Cosas (IoT), se lanzó oficialmente en 2013 como una iniciativa conjunta del Gobierno Alemán y las empresas alemanas, y quedó plasmada en un documento oficial de la Academia Alemana de Ciencia e Ingeniería (ACATECH) en 2013, sirviendo de soporte a la fabricación inteligente y desencadenando de la Cuarta Revolución Industrial (4RI), presentada y difundida en el Foro Económico de Davos en enero de 2016.

En sus orígenes el término Industria 4.0 abarcaba una visión de la fábrica del futuro o *fábrica inteligente*, y la *transformación digital de la industria* y las empresas con la integración de las nuevas tecnologías disruptivas. La transformación digital ha llegado a la fábrica inteligente del futuro pues, como consta en el citado documento, la mayoría de las innovaciones tecnológicas

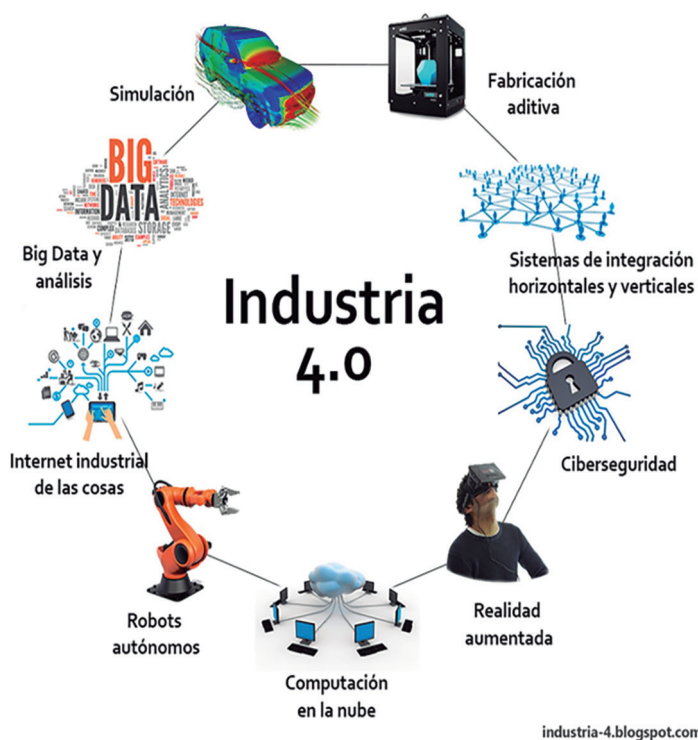
7 L. JOYANES. “Industria 4.0: la Cuarta Revolución Industrial, Barcelona y Ciudad de México, Marcombo y Alfaomega, 2017. En el libro se describen no solo los orígenes y fundamentos de la Industria 4.0 sino que se detallan en profundidad todas las tecnologías disruptivas que configuran el actual ecosistema, así como la evolución y el futuro previsible. Numerosas aportaciones de este trabajo han sido extraídas del mencionado libro.

–incluidas las más disruptivas–son herramientas de trabajo y constituyen el armazón de la fábrica inteligente 4.0. La *transformación digital en la industria* compete hoy a todos los sectores industriales que están sometidos a la presión de adaptarse a los cambios tecnológicos y sociales con el objetivo de ser competitivos, y no solo a las grandes multinacionales como Google, Facebook, Microsoft o IBM.

La consultora internacional The Boston Consulting Group (BCG) publicó en abril de 2015 un informe⁸ en el que consideraba el advenimiento de la nueva tecnología industrial, conocida como Industria 4.0, que produciría una transformación digital potenciada por nueve tecnologías disruptivas que componían los *pilares de la Industria 4.0* basándose en el documento oficial de ACATECH. Un extracto de las razones de la selección de BCG dadas en el informe de 2015 son:



8 M. RÜSSMANN; M. LORENZ, P. GERBERT, M. WALDNER, J. JUSTUS, P. ENGEL y M. HARNISCH. “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Nine Pillars of Technological Advancement”, The Boston Consulting Group, 9 de abril de 2015, disponible en [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries].



Fuente: *Big Data y Analytics*.

En la industria 4.0, la obtención y exhaustiva evaluación de datos procedentes de numerosas fuentes distintas (equipos y sistemas de producción, sistemas de gestión de clientes...) se convertirá en norma para el apoyo de toma de decisiones en tiempo real. El tratamiento y análisis de grandes volúmenes de datos requiere de una gran potencia analítica y debe ayudar a tomar mejores decisiones y evaluar las medidas que se han de tomar del modo más eficiente y rentable posible.

Robots autónomos

Muchas industrias han usado robots desde hace mucho tiempo para abordar tareas complejas, pero es ahora cuando los robots industriales están evolucionando para alcanzar una mayor utilidad. Cada vez son más autónomos, flexibles y cooperativos, hasta tal punto que interactuarán con otros robots y trabajarán lado a lado con humanos de forma segura, aprendiendo de ellos; son más económicos y tendrán más capacidad que los utilizados actualmente en la fabricación.

Simulación

En la fase de ingeniería, ya se usan en hoy día simulaciones 3D de productos, materiales y procesos de producción, pero en el futuro las simulaciones se usarán también más extensamente en operaciones de planta. Estas simulaciones explotarán datos en tiempo real que reflejarán el mundo físico en un modelo virtual, el cual incluirá máquinas, productos y humanos.

Sistemas de integración horizontales y verticales

Actualmente la mayoría de los sistemas TI no están plenamente integrados, pues las compañías, los distribuidores y los clientes no suelen estar estrechamente vinculados; tampoco los departamentos de ingeniería, de producción o de servicio, y en la mayoría de los casos las funciones de la empresa, desde los niveles ejecutivos hasta el nivel de planta, no están totalmente integradas; incluso el propio departamento de ingeniería (producto-planta-automatización) carece de una completa integración. De forma que la Industria 4.0 facilitará la vinculación de todos los sistemas de las compañías, tanto horizontales como verticales, y de todos los datos estratégicos.

1.1. INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS (IIOT)

Actualmente solo algunos sensores y máquinas trabajan en red y hacen uso de computación embebida. Con el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) un mayor número de dispositivos, “sensores y máquinas”, se enriquecerán de la computación embebida, se conectarán a través de estándares tecnológicos y se podrán comunicar e interactuar tanto con otros iguales a ellos como con controladores más centralizados, según sea necesario, a la vez que se descentralizarán el análisis y la toma de decisiones, lo que permitirá respuestas en tiempo real.

Ciberseguridad

La creciente conectividad y uso de los protocolos de comunicación estándar que conlleva la Industria 4.0 exige proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de fabricación de las amenazas de ciberseguridad que aumentan dramáticamente. Son esenciales tanto para comunicaciones seguras y

fiables, como para sofisticados sistemas de gestión de identidad y acceso de máquinas y usuarios.

Computación en la nube

Las compañías ya usan software basado en la nube para algunas aplicaciones de empresa y de análisis, pero con la Industria 4.0 un mayor número de tareas relacionadas con la producción requerirán un intercambio de datos más fluido entre lugares y compañías. Poco a poco los datos y la funcionalidad de las máquinas utilizarán cada vez más la computación en la nube, permitiendo más servicios basados en datos para los sistemas de producción. Incluso los sistemas de monitorización y control de procesos podrán estar basados en la nube.

Fabricación aditiva

Las compañías están empezando a adoptar la fabricación aditiva, como la impresión 3D, que es usada principalmente para crear prototipos y producir componentes individuales. En el futuro los métodos de fabricación aditiva serán ampliamente utilizados para producir pequeños lotes de productos personalizados con ventajas para su construcción, por ejemplo, los diseños ligeros y complejos. Los sistemas de fabricación aditiva descentralizados, de alto rendimiento, reducirán las distancias de transporte y el *stock* de productos.

Realidad aumentada

Los sistemas basados en realidad aumentada soportan una gran variedad de servicios, por ejemplo, la selección de piezas en un almacén o el envío de instrucciones de reparación a través de dispositivos móviles. Estos sistemas están dando sus primeros pasos, pero en el futuro las compañías harán un uso mucho más amplio de la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real con el objetivo de mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo.

2. PANORÁMICA DE LAS TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS EN EL HORIZONTE 2025-2030

En la segunda mitad de la década (2015-2020) se desplegaron y consolidaron nuevas tecnologías disruptivas integradas a los nueve pilares de la Industria 4.0 ya comentados. Las tecnologías disruptivas que están impactando la transformación digital son numerosas, por lo que a continuación describiremos las que consideramos de mayor impacto.

2.1. *EDGE COMPUTING* Y *FOG COMPUTING*

La *computación en el borde* (*edge computing*) es un modelo de computación (complementaria de la computación en la nube, *cloud computing*) en el que el procesamiento y la recolección de información tiene lugar cerca de la fuente de datos (sensores, teléfonos inteligentes, dispositivos diversos, etc.); es decir, en vez de realizar el procesamiento en la nube, cada dispositivo conectado a la Red desempeña su propio papel en el tratamiento de la información. En esencia, en la nube los datos se almacenan y procesan en servidores centrales, remotos y conectados a la Red, mientras que en el caso de la computación en el borde (*edge computing*), los dispositivos inteligentes (termostatos, sensores, cerraduras, encendido –prendido– y apagado de luces y de alarmas, etc.) se conectan localmente entre sí. El procesamiento de grandes cantidades de datos de los sensores en el borde reduce los costes del ancho de banda de la red y los costes del almacenamiento de datos en la nube.

Por su parte, la computación en la niebla (*fog computing*)⁹, término acuñado por Cisco, se sitúa en la frontera de la Red, como extensión de la nube, entre la nube propiamente dicha y el usuario o la computación en el borde, y utiliza dispositivos como *routers*, *switchers*, conmutadores, dispositivos de almacenamiento integrado, etc. La “niebla” es la puerta de comunicación entre los dispositivos cercanos a las fuentes de datos “el borde de la red (*edge computing*) –sensores, teléfonos inteligentes, actuadores...– y la nube real (*cloud*)”. La computación en la niebla se caracteriza por poseer un conjunto

9 Una de las primeras empresas en utilizar el término *fog computing* fue Cisco que publicó un artículo en 2015, donde lo definió, disponible en [https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/docs/computing-overview.pdf].

de protocolos completamente distribuidos que ofrecen almacenamiento permanente, y los enlaces o puertas de conexión con la nube. En la práctica, *fog computing* necesita el uso de un nodo externo o pasarela (*gateway*) para conectarse con la nube; es decir, los datos se procesan en un nodo *fog* o pasarela. De hecho, la computación en la niebla incluye la computación de borde, pero la niebla también incorpora la red necesaria para hacer que los datos procesados lleguen a su destino final. Integra numerosos y pequeños nodos de computación

2.2. EDGE COMPUTING Y FOG COMPUTING TECNOLOGÍAS WEARABLES (PONIBLES)

Tecnologías *wearables* (*ponibles*)¹⁰ —o *vestibles*— son tecnologías inteligentes que se llevan puestas en forma de prenda o complemento en la ropa de vestir. Las tecnologías *wearables* integran dispositivos móviles asociados (*wearables devices*) desde gafas inteligentes hasta relojes inteligentes, chaquetas inteligentes, pasando por pulseras o anillos inteligentes. La expansión de los dispositivos “ponibles” se ha producido por la posibilidad de conversión en dispositivos inteligentes al estilo de los sensores. La IoT ha facilitado la citada expansión al convertir estos dispositivos en objetos inteligentes a los que se les dota de un protocolo de acceso a Internet (ahora protocolo IPv6, aunque también podría ser IPv4) y conectividad inalámbrica con otros dispositivos inteligentes.

2.3. REALIDAD EXTENDIDA: EXPERIENCIAS INMERSIVAS DE REALIDAD VIRTUAL, REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD MIXTA

La realidad extendida incluye las nuevas tecnologías emergentes, realidad virtual, aumentada y mixta, que se utilizan para crear experiencias digitales inmersivas. La *realidad virtual* (*Virtual Reality*, VR) es un sistema informático que genera una representación de la realidad (mundo real) al

¹⁰ Al día de la edición de esta obra no existe una traducción al español aceptada por la RAE, una traducción recomendada por Fundéu BBV (www.fundeu.es) es “ponible”, disponible en [www.fundeu.es/recomendacion/tecnologia-posible.mejor-que-wearable-technology], consultada el 3 de diciembre de 2015].

que reemplaza. Introduce al usuario en un mundo virtual similar al real. Implica la creación de un mundo generado por computadora en el que una persona puede interactuar de tal manera que piensa que está en el mundo real en lugar de en un mundo virtual. La realidad virtual proporciona una experiencia inmersiva totalmente digital en la que se ingresa a un mundo generado por computadora utilizando auriculares o gafas que se mezclan en el mundo real. La *realidad aumentada* ya fue considerada como un pilar de la Industria 4.0 por BCS. Superpone objetos digitales en el mundo real a través de pantallas (PC o teléfonos inteligentes), mezclando la realidad con la virtualidad de modo que el usuario pueda, por ejemplo, asociar la fotografía de un monumento con su historia, sus datos turísticos o económicos, de manera que le sirva para tomar decisiones tanto de ocio como de negocios, gestión del conocimiento de las organizaciones, etc. En la práctica, la realidad aumentada consiste en superponer sobre la imagen real de una pantalla información de texto, imágenes, audio, ya sea real o virtual, al estilo de lo que sucede en los programas de televisión donde se sobrepunen los datos del personaje entrevistado con los datos del monumento que se está observando en ese momento.

En los últimos años se han presentado y desarrollado proyectos de futuro bautizados como realidad mixta. La *realidad mixta*¹¹, como indica su nombre, es un híbrido, extensión o fusión de ambas: la realidad aumentada superpone el añadido digital al mundo físico que vemos con nuestros ojos y la realidad virtual con la intermedicación de unas gafas, o dispositivos análogos, transportando al usuario a otro lugar. Es la fusión de la realidad virtual y la realidad aumentada. El usuario puede interactuar en tiempo real con objetos los virtuales que se encuentran en el mundo real. Estos elementos virtuales responderán y reaccionarán ante el usuario como si fueran objetos reales.

2.4. GEMELOS DIGITALES (*DIGITAL TWINS*)

Gemelos digitales (*digital twins*) es un concepto que se conoce desde hace años, pero que adquirió gran resonancia a lo largo del bienio 2016-2017 gracias al auge del IoT, la fabricación aditiva (impresión 3D) y las técnicas

11 J. L. Micó. “¿Tiene más futuro la realidad mixta que la realidad virtual?”, *La Vanguardia*, 6 de febrero, 2017, disponible en [<http://www.lavanguardia.com/tecnologia/20170206/414053748119/internet-en-las-cosas-realidad-mixta-realidad-virtual-comercio-iphone-8.html>].

de aprendizaje automático (inteligencia artificial). Los gemelos digitales son la representación virtual de un objeto físico o un sistema a lo largo de su ciclo de vida que utiliza datos en tiempo real para permitir su comprensión, aprendizaje y razonamiento. El ecosistema de gemelos digitales comprende las tecnologías IA, *big data*, *IoT* y las *plataformas en la nube* para habilitarlo. Mediante los gemelos digitales los fabricantes son capaces de modelar y optimizar los flujos de productos a lo largo de todo el ciclo de vida de las máquinas antes de que se construyan, mediante el intercambio de datos entre ambos “gemelos” y la simulación completa del diseño, producción y uso futuro del producto, incluyendo en su caso a los proveedores. Con el gemelo digital el fabricante podrá, además, prever muchas disfunciones antes de sacar el producto al mercado (Joyanes, 2017).

2.5. INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA

Existe un gran número de definiciones de inteligencia artificial, pero tal vez la que más se ajusta al título de este apartado, es la del profesor Mira¹²: “La inteligencia artificial se debe entender como *ciencia* (entonces la tarea de la IA es una tarea de análisis) y se debe entender como *ingeniería* (ingeniería del conocimiento, con un nuevo objeto formal, el *conocimiento* que, como la información, es pura forma)”. El mejor concepto actual de tan decisiva disciplina es Inteligencia Artificial Aplicada (IAA) la cual evoluciona de la mano de los algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo, junto con los avances en lenguaje de procesamiento natural y redes neuronales artificiales, embebidas en la actualidad en todas las tendencias tecnológicas disruptivas que estamos considerando en el capítulo. Una aplicación de gran impacto es la *computación cognitiva*, que se puede considerar de la manera más simple como un sistema para conseguir que las computadoras piensen de forma humana, o que se acerquen de la manera más fiel posible al funcionamiento del cerebro humano. Un caso de estudio de alto impacto es IBM Watson, un supercomputador dotado del primer sistema cognitivo diseñado de tal forma que los computadores no se programan sino que son capaces de entender el lenguaje natural de las personas y aprender.

12 J. MIRA MIRA. “Aspectos conceptuales de la Inteligencia Artificial y la Ingeniería del Conocimiento”, en J. T. PALMA y R. MARÍN (eds.). *Inteligencia Artificial, Técnicas, métodos y aplicaciones*, Madrid, McGraw-Hill, 2008.

2.6. DRONES

Un *dron* (término aceptado por la RAE) se define como una “aeronave no tripulada”. El término original en inglés, *drone*, significa “zángano, el macho de la abeja”, pero actualmente su significado más usual sirve para referirse a un vehículo aéreo no tripulado. Los drones tienen su origen en el ámbito militar, específicamente durante la Segunda Guerra Mundial cuando comenzaron a utilizarse, y luego su uso se propagó a posteriores acontecimientos bélicos. Sin embargo, desde un punto de vista técnico y profesional los drones tienen diferentes acepciones y significados. El Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales (INTA) de España define todas las siglas relacionadas con los drones¹³:

Unmanned Aircraft (UA): Aeronave no tripulada.

Unmanned Aerial Vehicle (UAV): Vehículo aéreo no tripulado.

Unmanned Aerial System (UAS): Sistema aéreo no tripulado (aeronave + estación en tierra + enlace de comunicaciones).

Remotely Piloted Aircraft (RPA): Aeronave tripulada de forma remota.

Remotely Piloted Aircraft System (RPAS): Sistema de aeronaves pilotado de forma remota (aeronave + estación en tierra + enlace de comunicaciones).

Las aplicaciones de los drones son hoy muy numerosas, sin embargo, se destaca su éxito en la lucha contra la expansión de la pandemia del coronavirus.

2.7. BLOCKCHAIN

Desde el nacimiento oficial de la criptomoneda bitcoin en 2008, la tecnología *blockchain*, soporte fundamental y nuclear de la mencionada moneda, se ha ido expandiendo y evolucionando en muchos sectores y casos de estudio, incluyendo el IoT y la seguridad, además de algunas áreas industriales, financieras o de salud.

Una *blockchain* (cadena de bloques) es una lista de registros de datos en continuo crecimiento que están enlazados y protegidos mediante técnicas criptográficas. Satoshi Nakamoto –creador de *bitcoin*– propuso en 2008 una estructura de datos básica para presentar y poner en funcionamiento la criptomoneda bitcoin como soporte de las conocidas redes “igual a igual”

¹³ Disponible en [https://www.inta.es/INTA/es/blogs/copernicus/BlogEntry_1553849310660].

(*peer-to-peer*, P2P), de forma que, en esencia, una cadena de bloques se compone de gran número de bloques, los cuales pueden contener cualquier tipo de datos, aunque se usan con mayor frecuencia para mantener un registro de diversas transacciones entre pares (*peers*). Estos bloques se enlazan juntos hacia atrás, de forma que cada uno verifica la integridad de su bloque anterior de modo aleatorio con un código *hash*. La manipulación de un bloque anterior invalidará su código *hash*, haciéndola fácilmente perceptible. Calcular un nuevo *hash* es una tarea que se realiza con minería, un proceso muy exigente y realizado por un minero, de modo que la modificación de un bloque tiene un efecto en cada bloque más joven vinculado a él. Aunque la minería es muy difícil, verificar la validez de un bloque minado es muy fácil para los pares que participan; de esa forma, esta propiedad del *blockchain* disuade a los usuarios de modificar datos del bloque.

2.8. ROBOTS COLABORATIVOS (*COBOTS*)

Los nuevos modelos de robots colaborativos (*cobots*) son, en este caso, robots “humanoides”, los cuales, en unión de los robots o asistentes virtuales (*bots* y *chatbots*) configuran la aparición de una nueva colección de robots de gran impacto en la industria, en las empresas, en el turismo, etcétera. Una nueva generación de robots está llegando a las fábricas y cadenas de producción, y a muchos otros sectores como el turismo, la medicina, los centros comerciales o los aeropuertos: a su vez, los robots colaborativos están originando una nueva tendencia en ingeniería: la *cobótica*.

2.9. AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA DE PROCESOS (RPA): ROBOTS DE SOFTWARE

Robotic Process Automation (RPA) es una nueva tecnología informática o de cómputo para la automatización de procesos de negocio. Se trata de un robot (*bot*) de software virtual diseñado para ejecutar tareas repetitivas. En definitiva, es un operador virtual o robot que interactúa con los sistemas en la capa de interfaz del usuario de un sistema informático y es capaz de utilizar tareas mecánicas basadas en reglas de negocio que normalmente realizan los profesionales humanos. En la práctica es un programa que interacciona con la interfaz gráfica existente, de modo que el usuario puede configurarlo a medida (y bajo demanda) como un servicio que no requiere

implicar la infraestructura y los recursos de TI existentes en la empresa. Deloitte¹⁴ define un RPA “como un método de automatización de procesos, principalmente, transaccionales basados en reglas específicas, realizado con software que aprende del usuario de negocios y le asiste en tareas relativamente sencillas”.

Los RPA se combinan con componentes de inteligencia artificial tales como la gestión de decisiones basadas en aprendizaje automático, la inteligencia conversacional mediante *chatbots* y asistentes virtuales, la analítica de datos, en especial de textos y de sentimientos. Las soluciones de RPA se utilizan en la automatización de los procesos de negocios a través de un robot software que simula la acción realizada por los humanos.

2.10. VEHÍCULOS AUTÓNOMOS Y VEHÍCULOS CONECTADOS

Son términos que se suelen utilizar como sinónimos, pero que presentan grandes diferencias entre ellos. La característica principal de un vehículo autónomo (coche o carro, autobús, tren...) es que puede circular sin conductor. Sin embargo, el auto conectado no tiene esta propiedad, pero sí puede tener conectividad a Internet, uso de asistentes virtuales como Siri y Alexa, y comunicarse con los elementos de su entorno y, a través de múltiples avisos y datos proporcionados al conductor, conseguir la llamada *conducción asistida*, el paso previo a la conducción autónoma. Los vehículos autónomos son capaces de detectar su entorno y navegar sin intervención humana. Además, de momento es quizás el tipo de robot avanzado por excelencia. Las características fundamentales del vehículo autónomo son: *conectividad* (el despliegue de las redes móviles 5G y redes Wifi 6 será determinante para el éxito del vehículo autónomo), *baja latencia*, *densidad de dispositivos controlados*, *velocidad* y *computación en el borde (edge computing)*, las cuales serán decisivas y prevalecerán sobre otras características al momento de los fabricantes y usuarios elegir una tecnología.

14 Deloitte. Automatización Robótica de Procesos (RPA). 2017.

2.11. APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Machine Learning (ML) se traduce al español como “aprendizaje automático”, aunque también se suele traducir como “aprendizaje máquina”. Por lo general se considera una rama de la inteligencia artificial que busca construir algoritmos que permiten a los computadores “aprender” a partir de conjuntos de datos y obtener como resultado un modelo con el cual realizar predicciones basándose en los datos y no en instrucciones estáticas.

El aprendizaje automático es una disciplina que toma experiencias de otras disciplinas como la estadística, la complejidad computacional, las ciencias de la computación y la ingeniería. La expansión del aprendizaje automático como disciplina complementaria o autónoma de la inteligencia artificial se debe, esencialmente, al cascada de datos (*big data*) producidos durante los últimos años y que hemos tratado ampliamente en capítulos anteriores. Hoy en día el aprendizaje automático está más que nunca al alcance de cualquier programador. Para experimentar con dichos servicios existen plataformas como IBM Watson Developer Cloud, Amazon Machine Learning, Azure Machine Learning, TensorFlow o BigML.

2.12. APRENDIZAJE PROFUNDO

Es una subcategoría del aprendizaje automático; el *aprendizaje profundo* (*deep learning*) trata del uso de *redes neuronales* para mejorar cosas tales como el reconocimiento de voz, la visión por computador y el procesamiento del lenguaje natural. Rápidamente se está convirtiendo en uno de los campos más solicitados en informática (*ingeniería de sistemas* o *computación*). En los últimos años el aprendizaje profundo ha ayudado a lograr avances en áreas tan diversas como la percepción de objetos, la traducción automática y el reconocimiento de voz.

2.13. ASISTENTES VIRTUALES: BOTS Y CHATBOTS

Un *bot* es un software de inteligencia artificial diseñado para realizar una serie de tareas por su cuenta y sin la ayuda del ser humano, por ejemplo hacer una reserva en un restaurante, marcar una fecha en el calendario o recoger y mostrar información a los usuarios. El *bot* es capaz de comunicarse con los seres humanos (a través de texto, voz, emociones...) manteniendo una

conversación con una persona utilizando el lenguaje natural. Un *chatbot* (*chatter bot*) o *bot conversacional*, es el modelo de *bot* más popular, capaz de simular una conversación con una persona y ha sido integrado en las aplicaciones de mensajería tipo *chat*. Los *chatbots* ofrecen servicios a través de una conversación con el usuario y fundamentalmente por esa razón comienzan a estar muy presentes en aplicaciones de mensajería. Numerosas plataformas de mensajería han ayudado a popularizar el uso y desarrollo de *chatbots*, entre ellas, Kik Messenger, Telegram, Sherpa (una plataforma española para *chatbots* que ha conseguido bastante popularidad en los últimos años), etc.

2.14. REDES 5G: LA ERA DE LA HIPERCONECTIVIDAD

La quinta generación (5G) se anticipó en pruebas al año 2018 y su despliegue comercial y global comenzó en 2019, aunque de un modo extenso llegó en 2020. Con la publicación de las normas correspondientes la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) definió sus marcos de trabajo y sus especificaciones. En la UIT la red 5G se conoce como *International Mobile Telecommunications (IMT) for 2020 and beyond*, y técnicamente como IMT-2020.

¿Qué son las tecnologías 5G? Houlin Zhao¹⁵, secretario general de la UIT anticipaba la llegada de la nueva generación de redes móviles 5G así:

Las tecnologías IMT-2020 (5G) de quinta generación se aproximan rápidamente y tendrán el enorme potencial de transformar nuestras vidas para mejor. Mejor atención de la salud, ciudades más inteligentes, procesos de fabricación mucho más eficientes, todo ello se está haciendo posible al ir avanzando en la era de la Internet de las Cosas (Zhao 2017).

Zhao destaca como características importantes de la red 5G que aportará mayores velocidades de transmisión, una conectividad fiable y baja latencia para las IMT, y creará un nuevo ecosistema de comunicaciones mundiales de dispositivos conectados que envían grandes volúmenes de datos a través de la banda ancha ultrarrápida. Por sus características especiales, las redes 5G serán más rápidas, flexibles e idóneas para su uso con el IoT.

¹⁵ H. ZHAO. “Prólogo”, “Dossier especial de redes 5G. Abrir sendas hacia 5G”, *ITU News Magazine* no. 2 de 2017, disponible en [itunews.itu.int] (6 números al año).

2.15. REDES WIFI 6.0

La *WiFi Alliance*¹⁶ –responsable de la regulación y estandarización de las redes y protocolos WiFi– lanzó oficialmente en septiembre de 2019 su programa de certificación de WiFi 6 (antiguo nombre 802.11ax)¹⁷ o wifi 6¹⁸, el cual mejora notablemente las características del WiFi 5, y la Alliance WiFi considera que los beneficios clave¹⁹ de la tecnología WiFi certified 6 incluyen:

- Mayores tasas de datos.
- Mayor capacidad.
- Rendimiento en entornos con muchos dispositivos conectados.
- Eficiencia energética mejorada.

Según la organización, WiFi 6 proporciona:

... las bases para una gran cantidad de usos actuales y emergentes, desde la transmisión de películas (en *streaming*) de alta definición hasta aplicaciones comerciales de misión críticas que requieren gran ancho de banda y baja latencia para mantenerse conectados y productivos mientras atraviesan redes grandes y congestionadas en aeropuertos y estaciones de tren.

3. TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN 2020 (GARTNER, AGOSTO DE 2019)

Los *Hype Cycles* (ciclos de sobre-expectación), término acuñado por la consultora multinacional Gartner, son informes anuales que publica desde 1995; constituyen una herramienta gráfica desarrollada y utilizada para la representación de la madurez, adopción y aplicación comercial/social de una tecnología o tendencia particular, según un ciclo de vida, y la forma en que es potencialmente relevante para la resolución de problemas reales de negocio y para explotar nuevas oportunidades.

16 En la página oficial de WiFi Alliance están publicadas las características principales de las redes WiFi 6, disponible en [<https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-certified-6>].

17 Desde octubre de 2018 la WiFi Alliance decidió cambiar los nombres tradicionales de las denominaciones de las redes WiFi por unas más fáciles de entender: WiFi 6, WiFi 5, WiFi 4, WiFi 3, WiFi 2, WiFi 1.

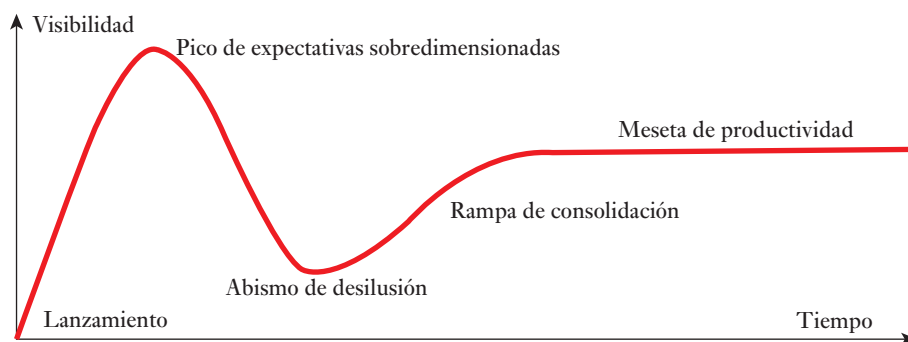
18 El DRAE ha incorporado en una de sus últimas revisiones el término wifi (con letras minúsculas y sin cursivas, también wi fi), con la siguiente definición: “Sistema de conexión inalámbrica, dentro de un área determinada, entre dispositivos electrónicos, y frecuentemente para acceso a Internet”.

19 Disponible en [<https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-certified-6>].

En la práctica es una metodología/herramienta que proporciona una visión de la forma en que una tecnología o aplicación puede evolucionar, proporcionando una fuente para gestionar su implementación en el contexto específico de cada negocio y así aprovechar mejor las oportunidades futuras. La visibilidad de la tecnología se sitúa en función del tiempo de llegada al mercado y se representa en la gráfica con su nombre y un ícono específico temporal. En estos informes se distinguen varias fases, y las tecnologías se asignan a cada una de ellas, basándose en lo que determinen los analistas de Gartner acerca de cuándo llegarán a la adopción generalizada. Las tecnologías seleccionadas en el informe son catalogadas por el tiempo previsto de llegada al mercado: menos de dos años, dos a cinco años, cinco a diez años, más de diez años y obsoletas antes de llegar a la meseta de productividad.

En la gráfica se representan las tecnologías emergentes desde el lanzamiento de la tecnología, y se sitúan según el tiempo esperado de su llegada al despliegue comercial o de impacto en la sociedad en las fases específicas siguientes: *lanzamiento de la tecnología* (despierta un gran interés entre los medios de comunicación y los sectores industriales), *pico de expectativas sobredimensionadas* (fase de entusiasmo excesivo y proyecciones no realistas), *abismo de desilusión* (la tecnología no cumple con las expectativas desmesuradas y rápidamente pasa de moda), *rampa de consolidación* (los métodos y herramientas comerciales ya disponibles facilitan el proceso de desarrollo), y *meseta de productividad* (fase final, en la que se demuestran y aceptan en el mundo real los beneficios de la tecnología; existe un menor riesgo de adopción en esta fase, por lo que cada vez más organizaciones tienden a implementar la solución).

GRÁFICA 1.
TECNOLOGÍAS EMERGENTES (LANZAMIENTO Y TIEMPO ESPERADO
DE LLEGADA AL DESPLIEGUE COMERCIAL O DE IMPACTO
EN LA SOCIEDAD)



3.1. GARTNER HYPE CYCLE FOR EMERGING TECHNOLOGIES, 2019

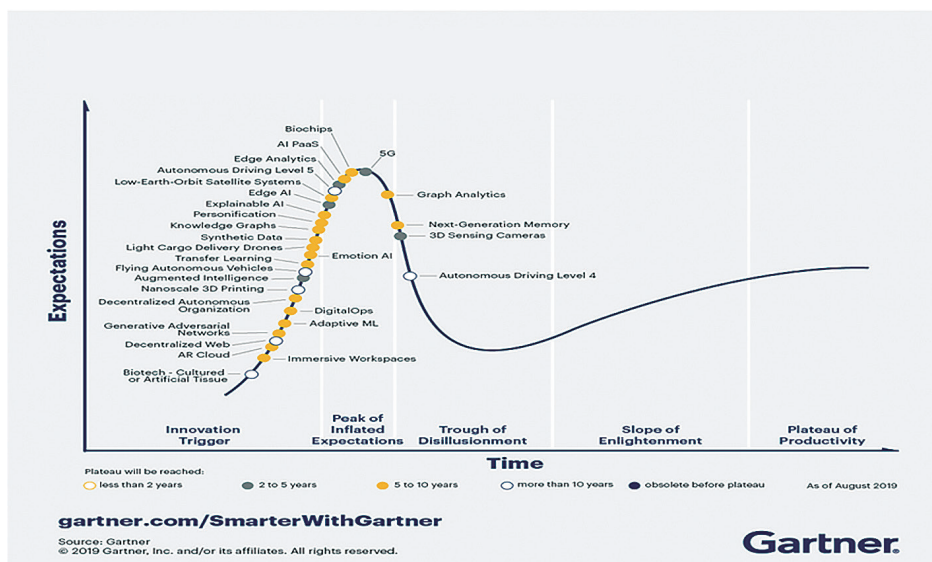
El informe publicado en agosto de 2019 recoge información de más de 2.000 tecnologías y tendencias emergentes, y selecciona un conjunto de veintinueve que se representan en la curva, según el tiempo previsto de su llegada a la meseta de productividad, pasando por el momento del pico de expectativas sobredimensionadas para, a continuación, si la tecnología cumple con las expectativas previstas, alcanzar la rampa de consolidación y la meseta de productividad (llegada al mercado o el mundo real); si ello no ocurre, si las expectativas estaban sobredimensionadas y eran desmesuradas, rápidamente pasa de moda y entra en el abismo de la desilusión. Observamos en la curva qué algunas tecnologías de impacto en 2019 ya no aparecen, ni *blockchain*, ni inteligencia artificial, ni gemelos digitales, *deep learning*, ni realidad aumentada, entre otras mencionadas a lo largo del capítulo; la razón es que estas tecnologías *ya* han sido ampliamente adoptadas. Sin embargo, si analizamos algunas de las curvas que la firma tecnológica ha publicado en estos años, vemos que algunas tecnologías que tenían como periodo para desarrollarse un par de años han tardado más de una década en empezar a ser una realidad. Las tecnologías emergentes para 2020^[20] se agrupan en cinco tendencias²¹:

Sensorización y movilidad (Sensing and mobility). La combinación de tecnologías de sensores con inteligencia artificial hará que las máquinas tengan una mayor comprensión del mundo alrededor suyo, facilitando la movilidad y la manipulación de objetos. Las empresas que buscan aprovechar las capacidades de detección y movilidad deben considerar las siguientes tecnologías de impacto: *cámaras de detección 3D, realidad aumentada en la nube, drones de entrega de carga ligera, vehículos autónomos voladores y niveles de conducción autónoma niveles 4 y 5*.

20 GARTNER publicó el informe el 2 de agosto de 2019, aunque suele hacerlo público a primeros de septiembre del año correspondiente, disponible en [<https://www.gartner.com/en/documents/3956015/hype-cycle-for-emerging-technologies-2019>]; [<https://www.gartner.com/en/documents/3956015>]; [https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-29-08-gartner-identifies-five-emerging-technology-trends-with-transformational-impact?utm_source=Content&utm_medium=TextLink&utm_campaign=Gartner].

21 En su edición española, la prestigiosa revista de computación *Computerworld* publicó un magnífico resumen del informe publicado por GARTNER, disponible en [<https://www.computerworld.es/tendencias/las-cinco-tecnologias-emergentes-que-transformaran-todo>].

GRÁFICA 2.
GARTNER HYPE CYCLE FOR EMERGING TECHNOLOGIES, 2019



Humanos aumentados (augmented human). Las herramientas de analítica aumentada impactarán en las mejoras físicas del cuerpo humano. Las tecnologías emergentes enfocadas en extender a los humanos se enfocarán en su potenciación, incluyendo *biochips*, *personificación*, *inteligencia aumentada*, *inteligencia artificial emocional*, *espacios de trabajo inmersivos* y *biotech (tejido cultivado o artificial)*. Los avances en humanos aumentados (*augmented human*) permiten crear mejoras cognitivas y físicas como parte integral del cuerpo humano. Un ejemplo es la posibilidad de proporcionar capacidades sobre-humanas, como la creación de prótesis de extremidades con características que pueden superar el rendimiento humano natural más alto.

Computación y comunicaciones posclásicas (postclassical compute and comms). Durante décadas las tecnologías clásicas de computación central, comunicación e integración han logrado avances significativos, en gran medida a través de mejoras en las arquitecturas tradicionales: CPU más rápidas, memoria más densa y aumento del rendimiento, según lo previsto por la Ley de Moore, o satélites de órbita terrestre baja (LEO) que pueden proporcionar conectividad a Internet de baja latencia a nivel mundial. Las empresas deben evaluar tecnologías como *5G*, *memoria de siguiente generación*, *sistemas de satélites de órbita terrestre baja (LEO)* e *impresión 3D a nanoescala*.

Ecosistemas digitales (digital ecosystems). Los ecosistemas digitales aprovechan un grupo interdependiente de actores (empresas, personas y cosas) que comparten plataformas digitales para lograr un propósito mutuamente beneficioso. Las tecnologías de esta tendencia incluyen: *DigitalOps*, *gráficos de conocimiento*, *datos sintéticos*, *web descentralizada* y *organizaciones autónomas descentralizadas*.

IA y analítica avanzadas (Advanced AI & Analytics). La analítica avanzada comprende el examen autónomo o semiautónomo de datos o contenido, utilizando técnicas y herramientas sofisticadas, generalmente más allá de las de la inteligencia de negocios (BI) tradicional. “La adopción de la IA en el borde está aumentando para aplicaciones sensibles a la latencia, sujetas a interrupciones de la red y/o uso intensivo de datos (por ejemplo, análisis de video)”. Las tecnologías incluyen *aprendizaje automático adaptativo (ML)*, *IA de borde*, *análisis de borde*, *IA explicable*, *plataforma de IA como servicio (PaaS)*, *aprendizaje de transferencia*, *redes de confrontación generativas* y *análisis de gráficos*.

4. LAS DIEZ PRINCIPALES TENDENCIAS TECNOLÓGICAS ESTRATÉGICAS PARA 2020 (GARTNER, OCTUBRE DE 2019)

Como todos los años, la consultora Gartner presenta en el Congreso Internacional que celebra en Orlando, Florida –Gartner IT Symposium/Xpo 2019 (octubre 20-24)–, un estudio en el que publica las *diez principales tendencias tecnológicas estratégicas* para 2020 y los siguientes cinco años. Gartner define una tendencia tecnológica estratégica como aquella con un potencial disruptivo sustancial que está comenzando a salir de un estado emergente hacia un impacto y uso más amplio, o que está creciendo rápidamente con un alto grado de volatilidad que alcanzará los puntos de inflexión en los próximos cinco años. Este estudio suele tener un gran impacto a nivel mundial y es muy referenciado en los siguientes años. Gartner²² clasifica las diez tendencias

22 “Presentación”, “Top 10 Strategic Technology Trends for 2020”, Nota de prensa, 21 de octubre de 2019, disponible en [<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-10-21-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>]; descarga del informe en [<https://www.gartner.com/en/doc/432920-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>]. Numerosos medios de comunicación de todo el mundo se hacen eco de estos informes que son referenciados en los siguientes años. En el caso de España dos revistas de computación especializadas como *Computerworld* y *Computing* (ediciones españolas) publicaron sendos artículos sobre las citadas tendencias: [<https://www.computerworld.es/>]

tecnológicas estratégicas para 2020 y de impacto hasta 2025, en dos grandes bloques: centradas en las personas y centradas en los espacios. En la nota de prensa oficial²³ donde se presentan las tendencias tecnológicas se describen las características más sobresalientes, las cuales reseñamos a continuación:

1. *Hiperautomatización*. Es la combinación de aprendizaje automático múltiple (ML), software empaquetado y herramientas de automatización para entregar el trabajo. La hiperautomatización se refiere no solo a las herramientas, sino también a todos los pasos de la automatización en sí misma (descubrir, analizar, diseñar, automatizar, medir, monitorear y reevaluar).

2. *Multiexperiencia*. La Realidad Virtual (VR), la Realidad Aumentada (AR) y la Realidad Mixta (MR) están cambiando la forma en que las personas perciben el mundo digital. Este cambio, combinado en los modelos de percepción e interacción, conduce a la futura experiencia multisensorial y multimodal.

3. *Democratización de la experiencia*. La democratización se centra en proporcionar a las personas acceso a la experiencia técnica (p. ej., ML, desarrollo de aplicaciones) o a la experiencia en el dominio empresarial (p. ej., proceso de ventas, análisis económico) a través de una experiencia radicalmente simplificada y sin requerir una capacitación extensa y costosa. El “acceso ciudadano” (p. ej., científicos de datos ciudadanos, integradores ciudadanos), así como la evolución del desarrollo ciudadano y los modelos sin código, son ejemplos de democratización.

4. *Aumento humano*. El aumento humano explora cómo se puede usar la tecnología para proporcionar mejoras cognitivas y físicas como parte integral de la experiencia humana. El aumento físico mejora a los humanos al incrementar sus capacidades físicas naturales mediante la implantación o alojamiento de un elemento tecnológico en sus cuerpos, como un dispositivo portátil. El aumento cognitivo puede ocurrir mediante el acceso a la información y la explotación de aplicaciones en los sistemas informáticos tradicionales y la emergente interfaz multiexperiencia en espacios inteligentes.

5. *Transparencia y trazabilidad*. Los consumidores son cada vez más conscientes de que su información personal es valiosa y exigen un control

tendencias/tendencias-tecnologicas-para-2020-las-apuestas-de-gartner], y [<https://www.computing.es/mundo-digital/noticias/1114831046601/10-tendencias-tecnologicas-estrategicas-explorar-2020.1.html>].

23 Disponible en [<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-10-21-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>].

al respecto. Las organizaciones reconocen el riesgo creciente de asegurar y administrar los datos personales, y los gobiernos están implementando una legislación estricta para garantizar que lo hagan. La transparencia y la trazabilidad son elementos críticos para respaldar estas necesidades de ética y privacidad digital.

6. *El borde potenciado*. En la *computación en el borde (edge computing)* la recopilación de la información y su procesamiento son locales, pero la entrega de contenido se ubica más cerca de las fuentes, repositorios y consumidores de esta información, con lo que se consigue reducir la latencia, explotar las capacidades del borde y permitir una mayor autonomía en el borde.

7. *Nube distribuida*. Es la distribución de servicios de nube pública a diferentes ubicaciones, mientras que el proveedor de nube pública de origen asume la responsabilidad de la operación, el gobierno, las actualizaciones y la evolución de los servicios. Esto representa un cambio significativo del modelo centralizado de la mayoría de los servicios de nube pública y conducirá a una nueva era en la computación en la nube.

8. *Cosas autónomas*. Las cosas autónomas son dispositivos físicos que usan IA para automatizar funciones previamente realizadas por humanos. Las formas más reconocibles de cosas autónomas son los robots, los drones, los vehículos/barcos autónomos y los electrodomésticos que se desplegarán cada vez más en espacios públicos no controlados.

9. *Blockchain práctico*. *Blockchain* tiene el potencial de remodelar las industrias al brindar confianza, proporcionar transparencia y permitir el intercambio de valores en los ecosistemas comerciales, lo que podría reducir los costos y los tiempos de liquidación de las transacciones, así como mejorar el flujo de caja. La *trazabilidad* es una característica muy notable pues los activos pueden rastrearse hasta su origen, lo que reduce significativamente su sustitución con productos falsificados. Otra característica importante es la *gestión de identidad* en la que los contratos inteligentes se pueden programar en la cadena de bloques donde los eventos pueden desencadenar acciones, por ejemplo, el pago se libera cuando se reciben los bienes.

10. *Seguridad AI*. *Artificial Intelligence (AI)* y *Machine Learning (ML)* continuarán aplicándose para aumentar la toma de decisiones humanas en un amplio conjunto de casos de uso. La seguridad en IA se debe centrar en tres áreas clave: proteger los sistemas impulsados por IA, aprovechar la IA para mejorar la defensa de la seguridad y anticipar el uso nefasto de la IA por los atacantes.

5. RADAR DE TECNOLOGÍAS Y VIGILANCIA TECNOLÓGICA

El radar de tecnologías es una herramienta que comienza a ser utilizada con frecuencia por organizaciones y empresas. Se trata de un sistema de vigilancia tecnológica permanente mediante el cual se pueden detectar y localizar tendencias tecnológicas disruptivas que, utilizadas adecuadamente, ayudan a las organizaciones y empresas a tomar decisiones eficaces. El objetivo del radar de tecnologías es ayudar a las empresas a estar al día con las nuevas tendencias que afectan su negocio y tener identificadas tecnologías emergentes que les puedan aportar valor. Un caso de estudio de gran influencia es el radar de tecnologías del banco español BBVA, y que en el caso de Iberoamérica ha tomado fuerza por los informes publicados por la empresa BBVA Next Technologies especializada en ingeniería de software con estudios realizados por especialistas de la empresa en las sedes de México y España. Los dos informes publicados son “Radar de Tecnologías BBVA 2018” (noviembre 2018) y “Radar de Innovación & Tecnología 2019” (septiembre, 2019).

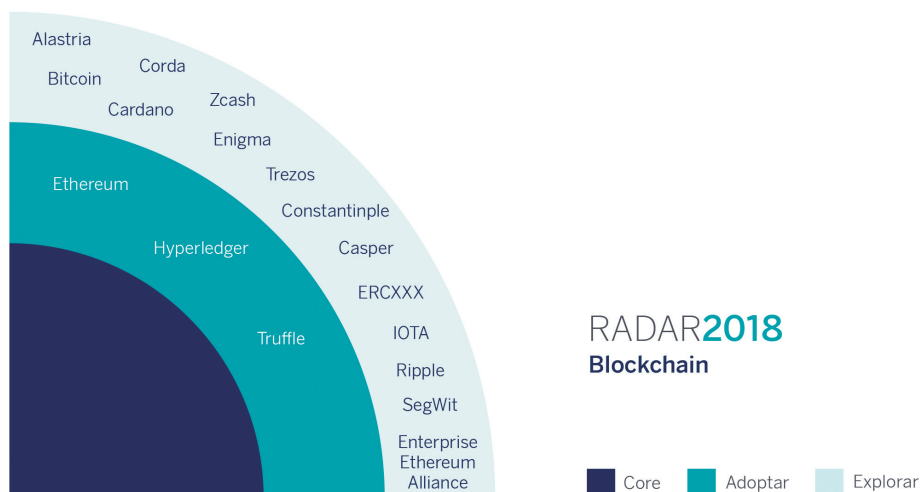
El trabajo realizado por expertos de la empresa cataloga las metodologías y tecnologías en las que trabajan en sus distintas áreas de investigación, y determina las tendencias que marcarán el futuro del panorama tecnológico, y a la vez ofrece una valiosa ventaja competitiva para los clientes del banco en todos los países donde tiene presencia, y por extensión para todas aquellas organizaciones y empresas que deseen ponerlas en práctica. Es una guía de estrategia tecnológica de BBVA que, tras probar cierta tecnología o desarrollo, puede deducir si se ajustará a lo que necesitan o si puede dar respuesta a sus objetivos.

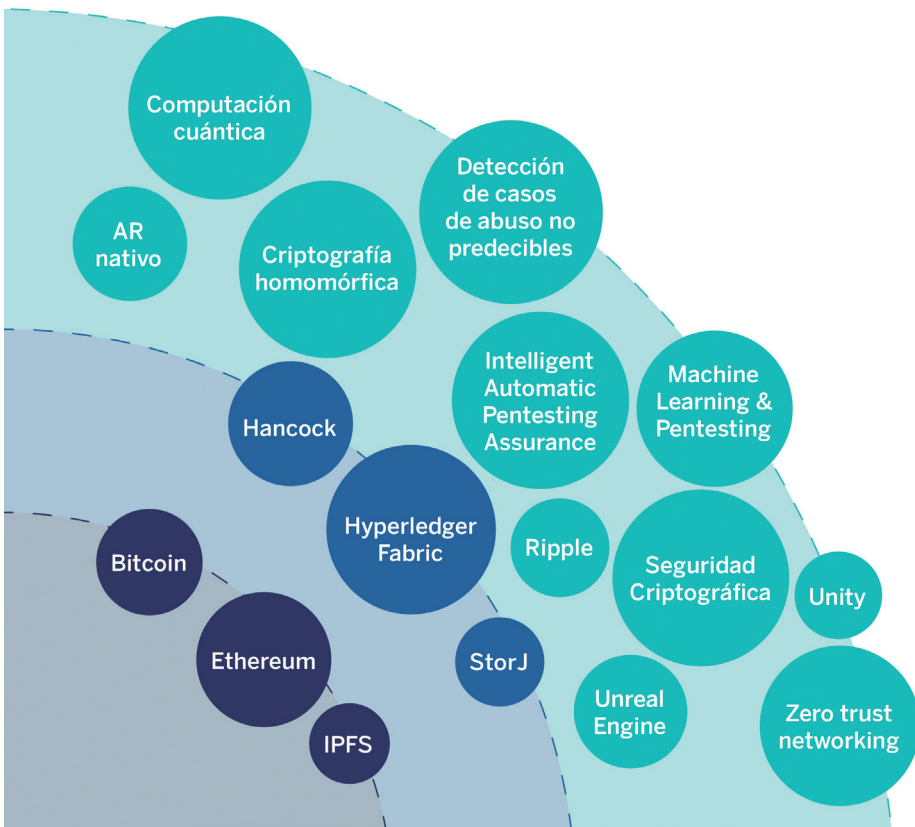
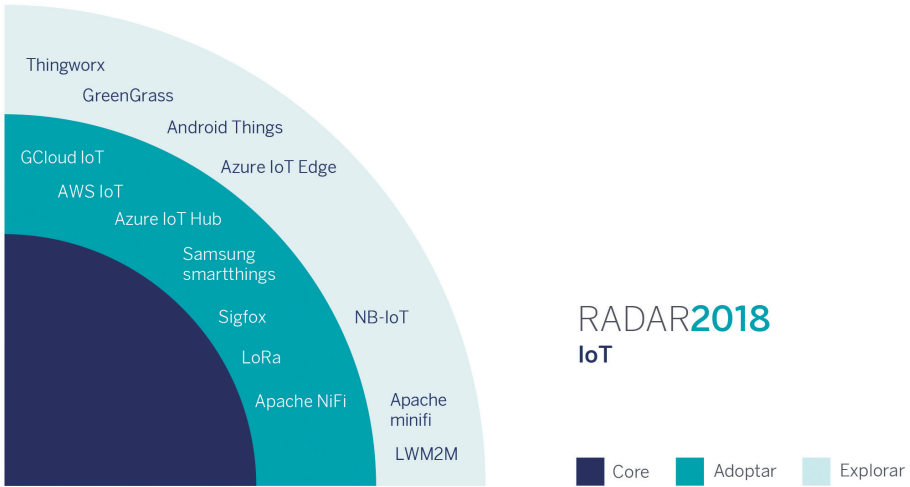
5.1. INFORME RADAR DE TECNOLOGÍAS BBVA EDICIÓN 2018 (BLOCKCHAIN E IOT)

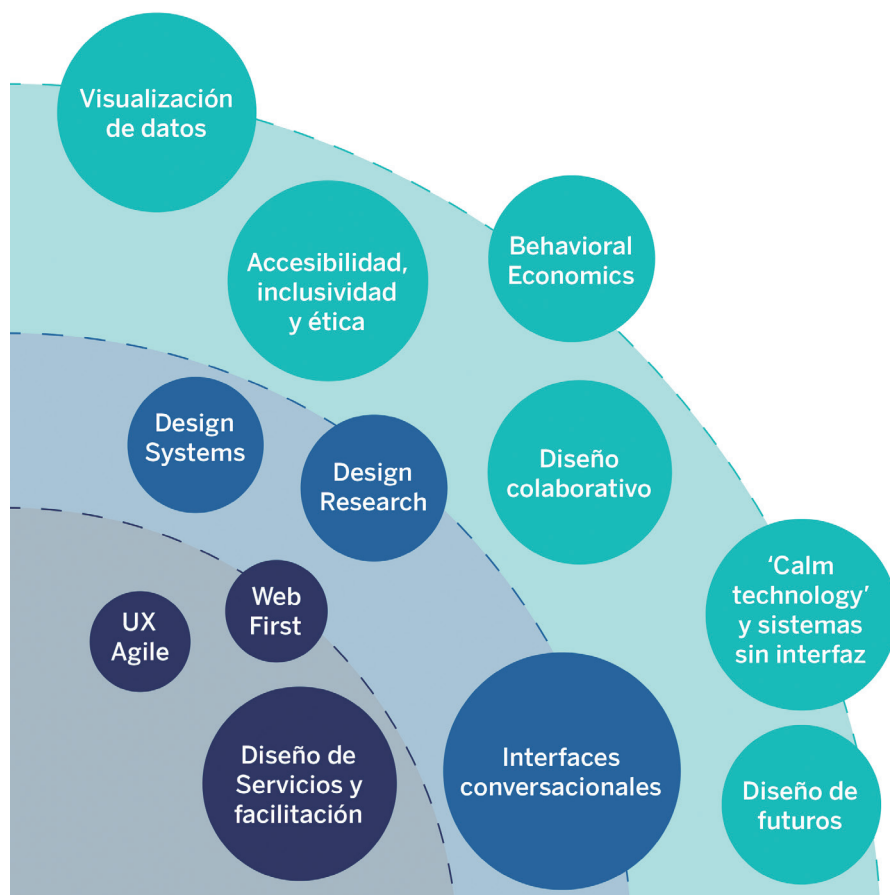
El informe Radar de Tecnologías 2018^[24] identifica las tecnologías más relevantes de 2018 y las que marcarán los siguientes años. Entre sus

24 Disponible en [<https://www.bbva.com/es/el-avance-imparable-del-machine-learning-entre-las-tendencias-del-radar-de-tecnologias-2018/>]. La revista *IT User* publicó un excelente artículo sobre sus conclusiones del informe del radar de tecnologías, el cual está disponible en [https://www.ituser.es/actualidad/2018/11/que-tecnologias-deben-estar-en-el-radar-de-las-empresas-en-los-proximos-anos].

Conclusiones se destaca el “dominio absoluto” de *cloud* y *big data*, como las tecnologías más consolidadas, y se detiene en los obstáculos que frenan el avance de IoT, y la llegada al mercado de nuevas plataformas *blockchain*. Además, pone de relieve el agotamiento del mercado de las *apps* frente a la llegada de nuevas interfaces, como los *chatbots*, la realidad virtual y la realidad aumentada, así como el papel que jugará la regulación en el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático (*machine learning*). Respecto de la inteligencia artificial, el informe destaca que habrá que prestar atención a los rápidos avances que están ocurriendo en las fronteras del aprendizaje profundo (*deep learning*) y el aprendizaje automático de la toma de decisiones en sistemas dinámicos complejos. En cuanto a la nube, concluye que se ha convertido ya en tecnología estratégica para muchas compañías, y destaca que sigue haciendo falta trabajo para que la tecnología IoT “alcance la madurez”. En cuanto al *blockchain*, el estudio analiza su evolución tras un periodo que ha servido para “afianzar” la tecnología, pero que también ha implicado “profundos cambios y choques con la realidad”. En la figura extraída del informe se pueden ver dos infografías del radar que explican detenidamente las tecnologías *blockchain* e IoT, y cómo se resaltan las tecnologías asociadas y destacadas que recomiendan.







5.2. INFORME RADAR DE INNOVACIÓN & TECNOLOGÍAS EDICIÓN 2019 (CRIPTOMONEDAS Y VISUALIZACIÓN DE DATOS)

En la edición de 2019 (septiembre 2019)²⁵ el informe hace especial hincapié en analizar la evolución de la nube híbrida y los sistemas *multicloud* (*multitube*), la implementación de la “cultura del dato” por las empresas, y la *seguridad como disciplina transversal*, entre muchas otras. Desde el enfoque

²⁵ “Presentación”, 5 de septiembre de 2019, disponible en [<https://www.bbvanexttechnologies.com/sistemas-multicloud-y-cultura-del-dato-en-el-radar-de-tecnologias/>]; descarga disponible en [<https://www.bbvanexttechnologies.com/wp-content/uploads/2019/09/Radar-de-Tecnologi%CC%81as-BBVA-Next-Technologies.pdf>].

técnico de ingeniería de software recomienda las metodologías del futuro, metodologías ágiles o *Agile* que, unidas a nuevas filosofías de desarrollo, como la filosofía *DevOps*, se consolidará como marco necesario en el medio-largo plazo para retener y aumentar la calidad de los proyectos empresariales. A modo de decálogo, el informe destaca en su portada y en su desarrollo interior, las siguientes tendencias tecnológicas disruptivas: ingeniero de datos, seguridad en la nube, *blockchain*, HCI (sistemas conversacionales), filosofía QA, desafíos de la nube, *mobile* (plataformas cruzadas), ciencia de datos (herramientas de automatización) y diseño de UX (diseño colaborativo).

6. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN EL HORIZONTE 2025

6.1. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS PARA 2020: PREVISIONES DE BERNARD MARR (*FORBES*)

Bernard Marr, uno de los consultores, conferencista y escritor más prestigiosos del mundo en el sector de tecnologías de la información disruptivas y avanzadas, así como en tendencias tales como *big data* y *cloud computing*, publicó en la prestigiosa revista *Forbes* a finales de septiembre de 2019 el artículo: “The 7 Biggest Technology Trends in 2020. Everyone Must Get Ready for Now”²⁶, en el que presentó sus previsiones de tecnologías disruptivas para 2020. Las siete grandes tendencias y un breve extracto de las razones del autor para su selección, extraídas de su lectura, son:

1. Inteligencia Artificial como un servicio (*AIaaS*).
2. Redes de datos 5G.
3. Conducción autónoma.
4. Medición personalizada y predictiva.
5. Visión por computador.
6. Realidad extendida (Extended Reality, XR).
7. Tecnología *blockchain*.

26 El artículo es una referencia mundial, por el autor y por la revista *Forbes* donde se publicó. Sirva como referencia que en la última consulta realizada el 15 de agosto de 2020 las visualizaciones del artículo llegaban a 515.226, una cifra espectacular, disponible en [<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/09/30/the-7-biggest-technology-trends-in-2020-everyone-must-get-ready-for-now/#4d25bd1b2261>].

6.2. TECNOLOGÍAS DE MAYOR IMPACTO EN LA DÉCADA DE 2020 Y SIGUIENTES (FORBES)

El Consejo de Expertos de la prestigiosa revista *Forbes* (*Forbes Technology Council*) –con ediciones en Estados Unidos y en numerosos países de habla hispana– publicó el 24 de julio de 2020 el informe “14 Experts Predict the Most Impactful Tech to Come in The 2020s”²⁷, cuyo propósito principal era establecer una lista de las tecnologías disruptivas de mayor impacto para el año 2020 y siguientes, en la industria, los negocios y las empresas. Destacó el informe que estas tecnologías se irán desplegando en el año 2020 y siguientes y que su disrupción les permitirá convertirse en los estándares del mañana. Las conclusiones con una breve síntesis de sus justificaciones se reseñan a continuación.

1. *Asistentes digitales de voz*. El informe justifica que el mundo necesitará estándares universales que permitan que todos los interesados participen en esta revolución.

2. *Microrredes (microgrids)*. Urgente necesidad de disponer de capacidad de utilizar energía verde para impulsar la vida diaria y conseguir que los centros de datos sean más ecológicos (más verdes) y mejores las eficacias del uso de la energía.

3. *Realidad aumentada*. La realidad aumentada está centrada en la colaboración y acentuada por el Covid-19, así como por el diseño y visualización industrial.

4. *Telemedicina*. Durante la pandemia del Covid-19, la conexión con los profesionales de la salud a través del teléfono, mensajería instantánea, plataformas de voz, etc., se ha disparado en pocas semanas de un uso mayoritariamente marginal a una fuerza principal.

5. *Flujos de trabajo sin código*. Están ganando terreno rápidamente en el mundo corporativo donde los usuarios finales pueden crear ellos mismos flujos de trabajo vinculados a sistemas internos como programas de ampliación de recursos empresariales a través de interfaces de programación de

27 El Panel de Expertos del Forbes Technology Council es un conjunto de especialistas internacionales de gran prestigio que sirven como asesores de la revista *Forbes*, 24 de julio de 2020. El informe “14 Experts Predict the Most Impactful Tech to Come in the 2020s” se puede consultar “libremente” en [<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/07/24/14-experts-predict-the-most-impactful-tech-to-come-in-the-2020s/#2fcd01835df2>].

aplicaciones. Después del Covid-19 la necesidad de digitalizar y automatizar se acelerará.

6. *Computación cuántica*. Los computadores actuales se basan en *bits*, ceros o unos, y pueden manejar solo conjuntos definidos en reglas estándares de códigos, Los computadores cuánticos al utilizar *qubits* –combinación de ceros y unos– serán exponencialmente más rápidos. Todavía se está en fase de incubación, pero el incremento de uso es gradual y poco a poco se desplegará en organizaciones y empresas.

7. *Entregas por drones*. El uso de drones y vehículos autónomos en la entrega de artículos, especialmente en “la última milla” se incrementará drásticamente en la siguiente década.

8. *Redes gobernadas en la nube*. Las redes celulares (4G/5G), las redes WiFi y redes específicas de IoT, se verán potenciadas por su integración y despliegue en la nube.

9. *Experiencias “en línea” sin fricciones*. Necesidad de invertir en tecnologías para aumentar y potenciar las experiencias “en línea” sin que se produzcan fricciones de ningún tipo.

10. *Administración de datos en la nube*. El incremento de la nube híbrida y la multinube por las organizaciones y empresas, debe asegurar que los datos están disponibles en los almacenes de datos y con la debida seguridad y privacidad.

11. *Automatización Robótica de Procesos (RPA)*.

12. *Vehículos autónomos*.

13. *Tecnologías de ciberseguridad*.

14. *Aprendizaje automático*.

7. TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y DISRUPTIVAS: HYPE CYCLE FOR GARTNER, AGOSTO DE 2020

Durante el mes de agosto, y como todos los años, Gartner publicó el informe 2020 *Hype Cycle for Emerging Technologies, 2020*^[28] y anunció la presentación de un Webinar gratuito²⁹ de una hora de duración sobre dichas tecnologías.

28 Gartner, 17 de agosto 2020, disponible en [<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-drive-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2020/>].

29 Gartner. “Webinar gratuito”, 30 de septiembre de 2020, disponible en [<https://www.gartner.com/en/webinars/3988493/the-5-major-trends-of-gartner-s-2020-emerging-technologies-hype->].

Las *tendencias tecnológicas disruptivas* que considera llegarán a la meseta de productividad y, en consecuencia, al despliegue comercial en menos de dos años son: 1. El *pasaporte de salud o de inmunidad* en la pendiente ascendente; 2. Las *tecnologías de distanciamiento social* en la cima del pico de expectativas sobredimensionadas. Otras tecnologías de vanguardia en el nuevo *Hype Cycle* incluyen el diseño asistido por IA, los sensores biodegradables y el 5G privado, que se pueden tardar entre cinco y diez años o más para convertirse en tecnologías ordinarias.

Gartner agrupa el conjunto seleccionado de tecnologías emergentes—disruptivas por naturaleza— en cinco tendencias³⁰ importantes que impulsarán la innovación tecnológica para la próxima década: *composite architectures* (arquitecturas componibles); *algorithmic trust* (confianza algorítmica); *beyond silicon* (más allá del silicio); *formative artificial intelligence* (inteligencia artificial formativa) y *digital me* (yo digital). Cada una de esas tendencias agrupará una media de cinco tecnologías emergentes.

Arquitecturas compuestas/componibles. Para convertirse en una organización *componible* más ágil se deben rastrear las siguientes tecnologías: *empresa composable*, *capacidades comerciales empaquetadas*, *estructura de datos*, *5G privado*, *IA integrada*, y *computadoras de placa única de bajo costo en el borde*.

Confianza algorítmica. La confianza algorítmica ayuda a garantizar que las organizaciones no se expongan al riesgo y los costos de perder la confianza de sus clientes, empleados y socios. Las tecnologías emergentes vinculadas a la confianza algorítmica incluyen *el borde del Servicio de Acceso Seguro (SASE)*, *la privacidad diferencial*, *la procedencia autenticada*, *traiga su propia identidad*, *IA responsable* e *IA explicable*.

Más allá del silicio. A medida que la tecnología se acerca a los límites físicos del silicio, los nuevos materiales avanzados crean oportunidades innovadoras para hacer que las tecnologías sean más rápidas y pequeñas. Las tecnologías críticas que se deben considerar incluyen *la computación de ADN*, *los sensores biodegradables—tecnología clave a observar—* y *los transistores de carbono*.

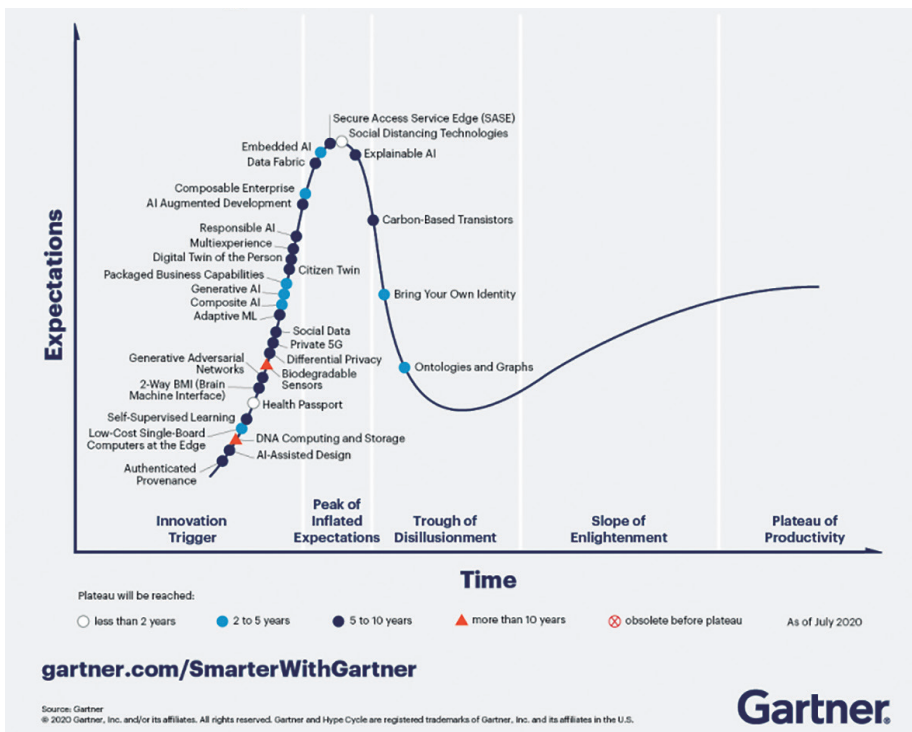
IA formativa. Conjunto de tecnologías de IA emergentes y relacionadas que pueden cambiar dinámicamente y ser utilizadas por desarrolladores de

30 “5 Trends Drive the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies”, Kasey Paneta, 18 de agosto de 2020, disponible en [<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-drive-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2020/>].

aplicaciones y diseñadores de UX para crear nuevas soluciones utilizando herramientas habilitadas para IA. Las tecnologías a considerar son: *diseño asistido por IA, desarrollo aumentado de IA, ontologías y gráficos, datos pequeños, IA compuesta, ML adaptativo, aprendizaje auto-supervisado, IA y redes generativas de adversario.*

Yo digital. La forma en que las personas interactúan con el mundo digital también se está moviendo más allá de las pantallas y los teclados para usar una combinación de modalidades de interacción (p. ej., voz, visión, gestos), e incluso alterar directamente nuestro cerebro. Las tecnologías por observar incluyen las *tecnologías de distanciamiento social*, los *pasaportes de salud o de inmunidad*, el *gemelo digital de la persona*, el *gemelo ciudadano*, la *multiexperiencia* y la *2-Way BMI (interfaz cerebro-máquina, brain machine interface).*

GRÁFICA 3.
HYPER CYCLE FOR EMERGING TECHNOLOGIES 2020



8. TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS DE IMPACTO PARA LA PROTECCIÓN DEL CORONAVIRUS COVID-19

Desde la aparición del coronavirus, numerosas organizaciones y empresas están trabajando y desarrollado estudios y herramientas tecnológicas para proteger del Covid-19. Algunos de los estudios de mayor impacto en los medios de comunicación son las recomendaciones frente al coronavirus del Parlamento Europeo (abril 2019) y el informe publicado por la consultora Grant Thornton (mayo 2020).

8.1. DIEZ TECNOLOGÍAS RECOMENDADAS POR EL PARLAMENTO EUROPEO

En abril de 2020 el Parlamento Europeo aprobó y publicó el estudio “Ten technologies to fight coronavirus”³¹, en el que analizó las diez principales tecnologías que están ayudando a combatir el coronavirus en el mundo. El trabajo pretende contribuir a orientar el desarrollo y la innovación que hoy se está realizando en distintos centros científicos, tecnológicos, *startups* y emprendimientos en los diferentes países de la Unión Europea; busca también no solo ayudar en la recopilación de información respecto de las tecnologías que están predominando frente a la pandemia, sino también entregar importantes insumos a los creadores de políticas públicas para regular los alcances y el impacto de su uso frente a los cambios acelerados, y los desafíos legales y regulatorios que surgen de ellos. Las diez tecnologías seleccionadas son:

1. Inteligencia Artificial.
2. *Blockchain*.
3. Tecnologías de código abierto (*open source*).
4. Tecnologías de telemedicina.
5. Impresión 3D.
6. Tecnologías de edición de genes.
7. Nanotecnología.
8. Biología sintética.

31 M. KRITIKOS. “Ten technologies to fight coronavirus”, *In-Depth Analysis*, European Parliamentary Research Service (EPRS), European Parliament, abril de 2020, disponible en [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/es/document.html?reference=EPRS_IDA%0282020%029641543].

9. Drones.

10. Robots.

8.2. PERSPECTIVA DEL COVID-19: TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN CONTRA EL CORONAVIRUS

La consultora Grant Thornton³² presentó el 18 de mayo de 2020 el informe “Perspectiva del Covid-19: tecnología e innovación contra el Coronavirus” en el que proponía recurrir a la innovación y a los dispositivos tecnológicos para derrotar mundialmente la pandemia. Las tecnologías disruptivas que se podrían emplear para mitigar el impacto del Covid-19 son, esencialmente el *blockchain*, las impresiones 3D, las aplicaciones móviles, la telemedicina, la inteligencia artificial, el *big data*, los drones y los robots. Además, el estudio ha calculado cuáles son las tecnologías que han realizado una mayor aportación hasta ahora a la lucha contra el coronavirus, entre las que se destaca que el 53 % de las iniciativas innovadoras recurrieron a *big data* e IA, y el resto a la robótica (22 %), la ciberseguridad (12 %), los *blockchain* (11 %) y los *chatbots* (2 %).

8.3. OTRAS TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS DE GRAN USO EN LA ACTUALIDAD FRENTE A LA PANDEMIA

También están teniendo gran despliegue y éxito en la lucha contra el coronavirus la automatización inteligente, el IoT, las redes 5G y los dispositivos móviles, las tecnologías sin contacto (NFC, RFID...), los drones, las cámaras y las aplicaciones para el control del estado de las playas, el campo, etc., así como los rastreadores de contagio, vía *bluetooth* a través de teléfonos inteligentes.

Caso de éxito en España. Aplicación para teléfonos inteligentes, Radar Covid-19, rastreador para detección de contagiados del coronavirus y que a lo largo del mes de agosto de 2020 se ha implantado de modo oficial en

32 Consultora Grant Thornton, 18 de mayo de 2020, disponible en [<https://www.grantthornton.es/sala-de-prensa/2020/big-data-ia-robotica-y-ciberseguridad-las-tecnologias-que-mas-estan-contribuyendo-contra-el-covid-19/>], descarga disponible en [https://www.grantthornton.es/globalassets/1.-member-firms/spain/pdf/consultoria/20200518_np-big-data-ia-robotica-y-ciberseguridad-las-tecnologias-que-mas-estan-contribuyendo-a-luchar-contra-el-covid-19.pdf].

diferentes regiones de España y con gran éxito. Es una aplicación que funciona mediante la tecnología de corto alcance Bluetooth, en la cual el software registra los móviles (celulares) que han estado en un rango cercano de dos metros durante más de quince minutos; si se ha incluido el código de la prueba de la enfermedad se notificará a todos los usuarios que hayan estado cerca. Funciona mediante un código alfanumérico que se genera aleatoriamente lo que impide identificar a los usuarios. Sin embargo, los retos y oportunidades que ofrecen para enfrentarse con éxito al coronavirus, también presenta grandes riesgos de privacidad que será necesario tener presente en todo momento.

8.4. PASAPORTE DE INMUNIDAD (DE SALUD)

Los pasaportes de salud (*health passport*), también llamados pasaportes de inmunidad (*immunity passport*) o certificados de inmunidad, ofrecen una prueba digital a través de un código QR de que una persona está libre de Covid-19 y le está permitido su acceso. Son controvertidos, dadas las implicaciones de privacidad, y su precisión y eficiencia pueden ser cuestionables, considerando lo poco que se sabe todavía de la inmunidad duradera después de la infección. Pero ya están en uso en lugares como China e India, y algunos dicen que serán claves para una reapertura segura. Esta tecnología será necesaria para acceder a los espacios públicos y al transporte en China (*health code*) e India (*aarogya setu*) y está siendo utilizada, según Gartner, por cientos de millones de personas en esos países.

Existe un amplio consenso de que la Inteligencia Artificial basada en algoritmos de aprendizaje automático y unido con técnicas de análisis predictivo permite proporcionar un diagnóstico acertado según las afecciones del paciente y conducirlo a un tratamiento adecuado.

8.5. TECNOLOGÍAS DE DISTANCIAMIENTO SOCIAL

Buscan asegurar la distancia social entre las personas en determinados espacios públicos, transportes, eventos de tipo social, cultural, o deportivo, y prevenir y evitar aglomeraciones. Ha sido una de las primeras normas que se han aplicado en todo el mundo con la llegada del coronavirus y ha sido una medida efectiva para frenar los contagios hasta el lanzamiento de la llegada de las vacunas.

Las tecnologías de distanciamiento social (aplicaciones de rastreo de contactos y otras herramientas para indicar dónde y con quién ha estado una persona) causan preocupaciones de privacidad similares, por supuesto, pero también prometen un levantamiento más rápido de las reglas de cuarentena. Dados esos beneficios potenciales para toda la sociedad, tal vez no sea sorprendente que, incluso con una adopción relativamente modesta hasta ahora, estas dos tecnologías ya están superando a otras en la curva de publicidad. Se han creado diferentes herramientas y desarrollado distintos sistemas tecnológicos que permiten automatizar y garantizar el distanciamiento social, esencialmente para el control de aforos y la medición de la distancia entre las personas.

8.6. RETOS Y OPORTUNIDADES DE LAS TECNOLOGÍAS EN LA LUCHA CONTRA EL COVID-19: LOS RIESGOS PARA LA PRIVACIDAD

La Agencia Española de Protección de Datos (AEPD)³³ publicó en mayo de 2020 un documento con un breve análisis sobre los beneficios que algunas de las tecnologías utilizadas en la lucha contra el Covid-19 podían aportar, pero también advirtiendo los costes en la privacidad que podría acarrear para los individuos. Las tecnologías examinadas fueron:

- Geolocalización mediante la información recogida por los operadores de telecomunicaciones.
- Geolocalización en redes sociales.
- *Apps*, webs y *chatbots* para auto-test o cita previa.
- *Apps* de recogida de información de contagiados.
- *Apps* de seguimiento de contactos.
- Pasaportes digitales de inmunidad.
- Cámaras infrarrojas para lecturas masivas de temperaturas.

El documento examinó cada tecnología mostrando sus oportunidades en la lucha contra el Covid-19, pero también destacó los retos que suponen para la privacidad y la necesaria obligación de su cumplimiento. Un caso que queremos destacar en particular es el debate sobre las cámaras de videovigilancia

33 AEPD. “El uso de las tecnologías en la lucha contra el Covid-19. Un análisis de costes y beneficios”, mayo de 2020, disponible en [<https://www.aepd.es/sites/default/files/2020-05/analisis-tecnologias-COVID19.pdf>].

con reconocimiento facial y las cámaras infrarrojas que añaden la capacidad de tomar la temperatura a los individuos que cruzan un área, sin requerir en muchos casos ninguna acción por su parte. Dichas cámaras identifican mediante algoritmos de IA los rostros humanos, los separan del resto de elementos que aparecen en la imagen y revelan la temperatura corporal aproximada de cada individuo. La AEPD ya ha manifestado su preocupación por el uso de estos dispositivos y la necesidad de contar con el criterio previo de las autoridades sanitarias antes de proceder a su instalación. El uso de cámaras u otros dispositivos para registrar la temperatura de los individuos supone un tratamiento de categorías especiales de datos que debe respetar los principios y normas de privacidad.

9. TENDENCIAS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL FUTURO Y SU IMPACTO EN EL COVID-19 (*FORBES*, JULIO DE 2020)

La transformación digital en las organizaciones y empresas que hemos venido analizando a lo largo del texto ha sido impactada por las numerosas tecnologías disruptivas que van emergiendo, aunque, como hemos visto, no todas se consolidan e implantan en las compañías. Numerosas fuentes han publicado los últimos informes de gran impacto sobre las tendencias de transformación digital. Recurrimos de nuevo a la revista *Forbes* y a una de sus últimas publicaciones realizada por otro de sus grandes expertos, Daniel Newman, quien el 14 de julio de 2020 publicó el artículo “Top 10 Digital Transformation Trends For 2020”³⁴ en el que describió las diez tendencias disruptivas de transformación digital que consideraba se asentarían a lo largo del año 2020 y siguientes, partiendo de la base de la consolidación de algunas otras tendencias que no consideró en su estudio. Así, las diez tendencias de transformación digital de Newman son:

1. 5G para usted y para mí (*5G for You and Me*).
2. Una WiFi más rápida para un mundo más rápido.

34 D. NEWMAN. “Top 10 Digital Transformation Trends For 2020”, *Forbes*, 14 de julio de 2020, disponible en [<https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2019/07/14/top-10-digital-transformation-trends-for-2020/#526da14576be>]. En solo un mes desde su publicación el artículo de *Forbes* tenía 182.040 vistas, por lo que consideramos que su contenido está teniendo un gran impacto entre millones de lectores en todo el mundo.

3. Analítica (*Analytics*) es la ventaja competitiva.
4. La IA y el aprendizaje automático se convertirán en multiplicadores de fuerza de la analítica de datos.
5. *Blockchain* va más allá de las criptomonedas.
6. RPA toma fuerza como un segundo aire.
7. La Inteligencia Artificial Conversacional se convierte en una interfaz legítima.
8. Los vehículos conectados, los drones autónomos y las ciudades inteligentes se convierten en nuestra nueva realidad.
9. Los Always-Connected Personal Computer (ACPC), computadores portátiles “siempre conectados”, transformarán el mercado.
10. Everything-as-a-Service (XaaS), todo como servicio; User Experience/Customer Experience (UX/CX), Experiencia de Usuario y Cliente, y la privacidad. Cómo las tendencias adyacentes de transformación digital ocuparán un lugar central en 2020.

Newman publicó una nueva versión de sus predicciones de transformación digital en menos de un mes, 11 de agosto de 2020, también en la revista *Forbes*, actualizando el informe, el título de la mayoría de ellas y ampliando sus contenidos, resaltando el impacto que considera está teniendo y va a tener la pandemia del Covid-19 en la transformación digital “The Top 10 Digital Transformation Trends Of 2020: A Post Covid-19 Assessment”³⁵. En la actualización de sus nuevas predicciones Newman

considera el impacto de la pandemia de Covid-19 y resalta que la tecnología se está acelerando a un ritmo vertiginoso. “Con los cambios que trajo a tantas empresas, pensé que ahora era un buen momento para considerar cómo Covid-19 impactó las mayores tendencias de transformación digital que había programado para 2020”.

Así, los títulos de las diez nuevas tendencias de transformación digital actualizadas son:

1. Covid-19 empujando 5G hacia adelante más rápido.
2. WiFi 6: aún estará disponible.
3. Aun así la analítica demuestra la ventaja competitiva.

35 D. NEWMAN. “The Top 10 Digital Transformation Trends of 2020: A Post Covid-19 Assessment”, *Forbes*, 11 de agosto, 2020, disponible en [<https://www.forbes.com/sites/daniel-newman/2020/08/11/the-top-10-digital-transformation-trends-of-2020-a-post-covid-19-assessment/#1c99862477b4>].

4. IA y aprendizaje automático: impulsar a las empresas a través de la pandemia.
5. *Blockchain*: necesario para la lucha.
6. RPA/IPA verá un mayor crecimiento después del Covid-19.
7. La IA conversacional está aquí para responder preguntas.
8. PC siempre conectadas (ACPC) comenzando a demostrar su valor.
9. Se expanden los vehículos conectados, los drones y otras tecnologías.
10. Las tendencias tecnológicas adyacentes ocuparon un lugar central en 2020 (sigue apostando por las tres tendencias XaaS, UX/CX y privacidad).

En general, Covid-19, en todo caso, hizo que las cosas se movieran más rápido. La mayoría de estas tendencias continuarán creciendo en el futuro a medida que Covid-19 continúe propagándose y pueden ayudarnos a mantenernos conectados y saludables y creo que más empresas descubrirán mejores formas de utilizar estas tecnologías y luchar de modo muy positivo contra la pandemia (Newman, 2020).

9.1. PROVEEDORES DE SERVICIOS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL SEGÚN FORRESTER (JUNIO DE 2020)

Como señala la consultora Forrester³⁶ en su informe de junio de 2020 sobre proveedores de servicios de transformación digital, la transformación digital nunca ha sido tan urgente. Los proveedores de servicios pueden ayudar a las empresas a entregar resultados de negocios medibles para reducir el tiempo de impacto en el negocio y la transformación de los riesgos. Forrester señala que el informe ayudará a los CIO a entender el valor que se puede esperar de un proveedor de servicios de transformación digital, y a seleccionar el proveedor adecuado para impulsar dicha transformación.

9.2. ESPAÑA DIGITAL 2025: AGENDA PARA LA “TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE ESPAÑA”

El presidente del Gobierno Español, Pedro Sánchez, presentó el 23 de julio de 2020 el proyecto “España Digital 2025: Agenda para la Transformación

³⁶ FORRESTER. “Now Tech: Digital Transformation Services”, Forrester's Overview of 39 Digital Transformation Services Providers, Q2, 1.º de junio de 2020, disponible en [<https://www.forrester.com/report/Now+Tech+Digital+Transformation+Services+Q2+2020/-/E-RES157532>].

Digital de España”³⁷ que contempla la puesta en marcha entre 2020 y 2022 de un conjunto de reformas estructurales que movilizarían un importante volumen de inversión pública y privada (€ 70.000 millones). La Agenda para la Transformación Digital de España 2025 centrará sus objetivos en impulsar la transformación digital del país, como una de las palancas fundamentales para relanzar el crecimiento económico, reducir la desigualdad, aumentar la productividad y aprovechar todas las oportunidades que brindan las nuevas tecnologías, respetando los valores constitucionales y europeos, y protegiendo los derechos individuales y colectivos.

La Agenda contiene cerca de cincuenta medidas que se articulan en torno a diversos enclaves estratégicos, esencialmente la conectividad digital, el liderazgo en el despliegue de la tecnología 5G en Europa, el refuerzo de la ciberseguridad, el impulso y aceleración de la digitalización de las administraciones públicas y las empresas, con énfasis en las pymes, y el tránsito hacia una economía del dato, impulsando la IA y el *big data* dentro de cinco años.

10. LA HIPERCONECTIVIDAD DEL FUTURO: WIFI 7 Y 6G

La nueva era de la hiperconectividad viene impulsada por las tendencias tecnológicas y disruptivas que señalan todos los estudios e informes presentados a lo largo de 2019, y las futuras redes WiFi y móviles que se desplegarán comercialmente entre 2020 y el horizonte 2030: redes 6G y redes WiFi 7.0 que se complementarán con las nuevas tecnologías que ya iniciaron su despliegue en 2019, tales como las ya referidas WiFi 6 y redes móviles (celulares) 5G.

La WiFi Alliance³⁸ tiene previsto que el estándar WiFi 7 (protocolo 802.11 be) se publique en mayo de 2021, y tras su uso experimental como es obligatorio, se espera la aprobación del futuro estándar en la primavera de 2024. WiFi 7 podrá alcanzar velocidades de hasta 30 Gbps y utilizar las

37 Disponible en [<https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2020/230720-sanchezdigital.aspx>]; “Agenda para la ‘transformación digital de España’, España Digital 2025, disponible en [https://www.mineco.gob.es/stfls/mineco/prensa/ficheros/noticias/2018/200723_np_agenda.pdf]; [https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Actualidad/pae_Noticias/Anio2020/Julio/Noticia-2020-07-23-Presentada-la-Agenda-Espana-Digital-2025.html#.XzpRJjVS82w].

38 WiFi Alliance cambió el nombre de los protocolos WiFi adaptando una terminología más similar a las de *Bluetooth*, redes móviles (celulares), etc.; cfr. nota 18 (redes WiFi 7, WiFi 6, WiFi 5, etc.

bandas de frecuencias 2,4 GHz, 5 GHz y, como gran novedad, la banda de 6 GHz.

Numerosos países y empresas tecnológicas están investigando el futuro 6G que, según se sabe, podrá llegar a alcanzar una velocidad de descarga de hasta un TeraByte por segundo (1TBp/s). China, Corea del Sur y Estados Unidos lideran la investigación en redes 6G y, por lo que se ha publicado, el factor clave del desarrollo de dichas redes será la IA, ya que los usuarios se podrán conectar directamente a sistemas de IA, lo que facilitará un mundo conectado o hiperconectado en tiempo real. Así, algunos artículos científicos³⁹ predicen un mundo conectado en tiempo real, de forma que se pueda conocer el momento exacto de los accidentes de avión o las previsiones de los grandes atascos en metrópolis del tamaño de México, São Paulo o Nueva York. Las ciudades inteligentes, las fábricas inteligentes, los vehículos autónomos y la transmisión de realidad inmersiva (virtual, aumentada y mixta), entre otras novedosas aplicaciones se verán impulsadas por el lanzamiento de las redes 6G.

CONCLUSIONES: EN CAMINO A LA QUINTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

La *transformación digital* es una estrategia que todas las organizaciones y empresas deben asumir de un modo gradual y lo más eficiente posible. Los pilares de las tecnologías disruptivas fundamentales (*core*) y las tendencias tecnológicas que han traído consigo se sustentan en el *big data*, el *IoT*, la *IA*, el *Cloud Computing*, la *Ciberseguridad* y el *blockchain*. Todas ellas integradas en las ciudades inteligentes (*smart cities*) y en la *Industria 4.0*, soporte de la *Cuarta Revolución Industrial*. Además de los pilares anteriores, las compañías deben estudiar con detenimiento las otras tecnologías disruptivas que hemos venido describiendo en este trabajo, y cuáles y cómo se deberán ir adaptando, integrando y desplegando para potenciar las estrategias de sus negocios, de forma que les permita tomar decisiones eficaces y eficientes.

39 Cornell University, disponible en [<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/>]. M. ZAMAN CHOWDHURY, Md. SHAHJALAL, SHAKIL AHMED, YEONG MIN JANG. "6G Wireless Communication Systems: Applications, Requirements, Technologies, Challenges, and Research", 6G Wireless Communication Systems, disponible en [<https://arxiv.org/abs/1909.11315>], consultada el 25 de septiembre de 2019.

Son de destacar las nuevas tendencias tecnológicas de impacto en la lucha contra el Covid-19: *las tecnologías de distanciamiento social y el pasaporte de salud o de inmunidad*.

Entre todas estas tecnologías, y como soporte de la década que ha comenzado en 2020, es necesario destacar el desarrollo y despliegue de la “Computación cuántica” que desde ya anuncia grandes cambios en las organizaciones y empresas, las cuales deberán ir pensando en la adaptación de su transformación digital futura a los retos y oportunidades que traerá la computación cuántica que algunos autores comienzan a llamar la Quinta Revolución Industrial. Cuando la computación cuántica inicie su despliegue, gradualmente traerá nuevas tecnologías disruptivas cuánticas que convivirán o irán sustituyendo a las tendencias disruptivas de la actual década, mirando en el horizonte 2025-2030, y se comenzarán a integrar en una nueva *era de Hiperconectividad Cuántica Inteligente* con las futuras redes inalámbricas, celulares 6G y Wifi 7, cuyas previsiones se desplegarán en paralelo con la computación cuántica, según consideran muchos expertos en transformación digital.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

BARRIO, M. *Internet de las Cosas*, Madrid, Editorial Reus, 2018.

BONET, Á. *El tsunami tecnológico (¿y como surfear?)*, Barcelona, Deusto, 2018.

CABALLERO, M. Á. y D. CILLEROS. *Ciberseguridad y Transformación Digital. Cloud, Identidad Digital, Blockchain, Agile, Inteligencia Artificial*, Madrid, Anaya, 2019.

DELGADO, A. *Digitalízate. Cómo digitalizar tu empresa*, Barcelona, Libros de Cabecera, 2016.

FRANK, M.; P. ROEHRIG y B. PRING. “Qué hacemos cuando las máquinas lo hagan todo”, *Artificial Intelligence, Bots & Big Data*, Madrid, LID Editorial, 2018.

HARARI, Y. N. *Homo Deus. Breve historia del mañana*, Barcelona, Editorial Debate, 2017.

HARARI, Y. N. *Sapiens. De animales a dioses*, Barcelona, Editorial Debate, 2015.

- JOYANES, L. *Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos. Una visión global de Business Intelligence & Analytics*, México, Alfaomega, 2019.
- JOYANES, L. *Industria 4.0: la Cuarta Revolución Industrial*, Barcelona, México, Alfaomega, 2018.
- JOYANES, L. (coord.). *Cibersociedad. La colaboración público-privada*, Cuaderno de Estrategia n.º 185, Madrid, Instituto Español de Estudios Estratégicos, Departamento de Seguridad Nacional, Ministerio de Defensa, 2017, pp. 13-18.
- JOYANES, L. “Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0)”, en *Cibersociedad. La colaboración público-privada*, Cuaderno de Estrategia no. 185, Madrid, Instituto Español de Estudios Estratégicos, Departamento de Seguridad Nacional, Ministerio de Defensa, 2017, pp. 19-64.
- JOYANES, L. *Sistemas de Información. Un enfoque dirigido a la empresa*, Barcelona, Marcombo, México, Alfaomega, 2016.
- JOYANES, L. *Big Data. El análisis de los grandes volúmenes de datos*, Barcelona, Marcombo, México, Alfaomega, 2014.
- JOYANES, L. *Computación en la nube. Estrategias de Cloud Computing en las empresas*, Barcelona, México, Alfaomega, 2012.
- JOYANES, L. *Cibersociedad. Los retos sociales ante un nuevo mundo digital*, Madrid, McGraw-Hill, 1997.
- LOMBARDO, J. M.; L. JOYANES y F LOMBARDO. “Los retos de innovar e internacionalizar actividad. El rol de la transformación digital”, en *Economía del Agua. Foro de Economía del Agua*, Madrid, McGraw-Hill, 2017, pp. 331-342.
- LOMBARDEIRO, L. *Trabajar en la era digital. Tecnología y competencias*, Madrid, LID Editorial, 2015.
- MARR, B. *Big Data. La utilización del big data, el análisis y los parámetros SMART para tomar mejores decisiones y aumentar el rendimiento*, Editorial TEELL, 2016.
- MARR, B. *Data Strategy. Como beneficiarse de un mundo de big data, Analytics e Internet de las cosas*, Editorial TEELL, 2017.
- MARR, B. *Big Data en la práctica*, Editorial TEELL, 2017.

- MORENO, J. L. *La transformación digital de los negocios*, Colección Transformación Digital, Madrid, The Valley Digital School, 2017.
- MUÑOZ, G. y E. SÁNCHEZ. *Big Data como activo de negocios*, Anaya, Social Business, 2019.
- NEGROPONTE, N. *El Mundo Digital*, Ediciones B, 1996.
- PREUKSCHAT, A. y O. LAGE. *Blockchain. La revolución industrial de Internet*, Barcelona, Ediciones Deusto, 2017.
- RAMÍREZ, A. *Digitalízate o desaparece. Claves para transformarse y competir en la nueva era*, Barcelona, Gestión 2000, 2017.
- RIFKIN, J. *Tercera revolución industrial. La sociedad de coste marginal cero*, Ed. Paidós Ibérica, 2014.
- RODRÍGUEZ, P. *Inteligencia Artificial. Cómo cambiará el mundo (y tu vida)*, Barcelona, Ediciones Deusto, 2018.
- ROUHIAINEN, L. *Inteligencia Artificial. 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*, Barcelona, Alienta editorial, 2018.
- SCHWAB, K. *La Cuarta Revolución Industrial*, Edit. Debate, 2016.
- TAPSCOTT, D. y A. TAPSCOTT. *La revolución blockchain*, Barcelona, Deusto, 2017.

WEBGRAFÍA

- AEPD. “El uso de las tecnologías en la lucha contra el Covid-19. Un análisis de costes y beneficios” Unidad de Evaluación y Estudios Tecnológicos. Informe de la Agencia Española de Protección de datos, mayo 2020, disponible en [<https://www.aepd.es/sites/default/files/2020-05/analisis-tecnologias-Covid19.pdf>].
- JOYANES, L. “Industria 4.0. Estado del arte y futuro en el horizonte 2030”, SENA, 6 de mayo de 2020, disponible en [<http://biblioteca.sena.edu.co/images/PDF/joyanesaguilar.pdf>].
- ROLAND BERGER/SIEMENS. “España 4.0: el reto de la transformación digital de la empresa”, Madrid, Roland Berger, 2016, disponible en [https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudioidigitalizacion/Documents/Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf].

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han irrumpido en forma vertiginosa en todos los sectores de la nueva sociedad de la información y del conocimiento, de forma que ya no es posible entender los entornos de la sociedad actual sin analizar y comprender cómo ha sido permeada por estas tecnologías que conectan a los ciudadanos a través de las telecomunicaciones.

Diez años después de expedida, la Ley de TIC se reformó mediante la Ley 1978 de 2019. Estos dos acontecimientos justifican el nuevo proyecto investigativo que hoy presentamos a consideración de los lectores con el propósito de que conozcan sus contenidos, sus finalidades, sus aciertos, sus eventuales desaciertos y las mejoras que se pueden incorporar. Esta obra tiene como objetivo inicial analizar el nuevo marco normativo y las reformas introducidas con la Ley 1978 de 2019, muy orientadas al sector de las telecomunicaciones. La investigación se orienta a estudiar el derecho de la competencia en el sector de las TIC, así como los nuevos retos que la sociedad digital y las tecnologías disruptivas le plantean a la sociedad y al derecho administrativo en Colombia.

En consideración a su relación temática, y con el fin de facilitar su organización y lectura, la presente obra se divide en dos tomos: el primero relacionado con *Las TIC y las telecomunicaciones y el derecho a la competencia*, y el segundo referido al *Ecosistema digital en sus distintos desarrollos y las tecnologías disruptivas*.

No cabe duda de la importancia de esta obra, tanto para los lectores especializados como para los interesados en el sector de las TIC y las telecomunicaciones, y de su aporte para el análisis de las instituciones que lo conforman: los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, los proveedores de plataformas y servicios TIC, los usuarios y todos aquellos que de una u otra forma intervienen en la sociedad del conocimiento virtual.

