

bit

2023 | Editan COIT y AEIT | nº 228 | 6€



Entrevista

María González Veracruz
Secretaría de Estado de
Telecomunicaciones e
Infraestructuras Digitales

Teleco Renta

Tenemos un plan para
promocionar los
estudios de
Telecomunicación

Disrupción tecnológica

Innovaciones que
transformarán nuestras vidas

PERSONAS CONECTANDO PERSONAS



Con más de 130.000 nodos de comunicación a través de los cuales pasan las señales de telefonía móvil, de TV y radio, redes de seguridad y emergencia, dispositivos conectados y aplicaciones para "smart cities", que dan cobertura a más de 250 millones de personas en Europa, Cellnex apuesta por la gestión inteligente de infraestructuras, servicios y redes de telecomunicaciones.

Personas cuyo objetivo es facilitar la conectividad de las personas estén donde estén. En Cellnex impulsamos la conectividad de las telecomunicaciones.



COIT

Almagro, 2 - 1º Izda.
28010 - Madrid
Tel. 91 391 10 66
www.coit.es

Director

Juan Carlos López

Comité de redacción

Marta Balenciaga
Francisco Javier Gabiola
Juan Carlos López
José Fernando García
Alexia Rodríguez
José Casado
José Miguel Roca
Teresa Pascual
Félix Pérez
Luis García
Natalia Molinero

Fotografía

Chus Blázquez/ICS

Edición y diseño

ICS COMUNICACIÓN

Coordinación

Carlos Martí

Edición

Anna Boluda

Diseño y maquetación

David G. Rincón

Publicidad

publicidad@coit.es

Suscripciones

bit@coit.es

Depósito Legal

M-23.295-1978

Imprime

Grupo MYC

Tecnologías que impulsan al cambio

Que el mundo cambia es tan innegable como el hecho de que la misma evolución humana se ha producido gracias a transformaciones deseadas o inesperadas, programadas o sorpresivas, provocadas o devenidas.

Avanzamos siempre cuando se producen cambios, y los que hoy nos toca vivir están, en la mayoría de los casos, relacionados con la tecnología y su transversalidad para desarrollar nuevas aplicaciones en cualquier campo científico o social. Por eso, hemos decidido **dedicar el especial de este número de BIT a las tecnologías disruptivas**, entendiendo por tal, aquellas que son capaces de cambiar drásticamente las 'reglas del juego' del ámbito en el que se aplican, siendo su efecto el de esos cambios que de forma recurrente se han producido en los últimos años en nuestra sociedad. Y aunque sea difícil adivinar el devenir en los próximos, podemos casi con toda certeza pronosticar que esas tecnologías seguirán cambiando el mundo y, esperemos que, con el concurso de la razón y la ética, sea para mejorar la vida de todos.

En este número, pues, contamos con un buen número de artículos de diversas disciplinas, escritos por auténticos especialistas en cada una de ellas y coordinados por Félix Pérez, Ingeniero del Año 2020, miembro del Consejo de Colegio y del comité editorial de la revista. Además, cada uno de estos campos tecnológicos se han escogido considerando también su proximidad e interés para los Ingenieros de Telecomunicación. La transversalidad de nuestras tecnologías hace que se mantengan presentes, de una u otra manera, en todos esos ámbitos.

Acompañando este especial, también os proponemos, entre otros muchos temas, la lectura de la entrevista que hemos realizado a **María González Veracruz, secretaria de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales**, donde repasa la actualidad y los últimos avances producidos desde la aprobación de la Ley General de Telecomunicaciones en infraestructuras como la ampliación de la red de banda ancha, legislación y normativa, programas y ayudas económicas, especialmente las ligadas a los fondos NextGeneration y los Planes de Recuperación.



Colegio Oficial
Ingenieros de
Telecomunicación

Asociación Española
Ingenieros de
Telecomunicación

Sumario



Entrevista
María González Veracruz
Secretaria de Estado de
Telecomunicaciones e
Infraestructuras Digitales



¿Cómo está siendo la
transformación digital del
Ministerio de Defensa?



Teleco Renta
Tenemos un plan para
promocionar los estudios
de Telecomunicación

Colaboradores en este número



Campillo
Ángel



Flores
Antonio



Carpena
Atanasio



Granados
Daniel



Costas
Eduardo



Ortín
Felipe



Pérez
Félix



León
Gonzalo



Domínguez
Javier



Rodríguez
Javier



Folgueira
Jesús



Díaz
Jorgina



Especial
**Disrupción
tecnológica**
Innovaciones que
transformarán
nuestras vidas

Índice

03 Editorial

04 Sumario

06 Especial: Disrupción tecnológica

- 06 Innovaciones que transformarán nuestras vidas
- 08 Tecnologías digitales. Cambio de paradigma en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones
- 12 Nanotecnología. El potencial de lo más pequeño como elemento habilitador transversal
- 18 Biotecnología. El potencial insospechado para cambiar radicalmente nuestras vidas
- 24 Segunda revolución cuántica. Una nueva forma de entender y construir nuestro entorno
- 30 Neurotecnología. Leer, escribir y mejorar las capacidades del cerebro humano
- 36 Robótica inteligente. Una herramienta al servicio de la sociedad

40 Entrevista. María González Veracruz. Secretaria de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales

46 ¿Cómo está siendo la transformación digital del Ministerio de Defensa?

50 Ciberseguridad y vehículo conectado. Tantas amenazas como oportunidades

54 Opinión. Oleada de despidos en el sector tecnológico. Por Ramón Millán

56 Teleco Renta. Tenemos un plan para promocionar los estudios de Telecomunicación

60 Formación especializada contra la carencia de perfiles profesionales

64 Opinión. Estado de ánimo. Por Javier Domínguez

66 Caminando hacia el Metaverso

70 Opinión. El comportamiento 'contra-intuitivo' como complemento del sentido común. Por José Manuel Arias Calvo

72 Escucha activa COIT

74 Más allá de la profesión'. Felipe Ortín: Un escritor con sentido del humor

76 Lecturas que suman. Inteligencia Artificial 2023

78 Territoriales

80 Out of Office

82 Imprescindibles



Monedero
José



Ródenas
José F.G.



Delgado
José Luis



Arias
José Manuel



Millán
José María



Roca
José Miguel



Gamella
Manuel



Sierra
Manuel



Prego
Mónica



Escapa
Pablo



Millán
Ramón

FÉLIX PÉREZ MARTÍNEZ.

Ingeniero de Telecomunicación. Catedrático de la E. T. S. de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid. Coordinador de este especial de la revista BIT sobre disrupción tecnológica.

Disrupción tecnológica

Innovaciones que transformarán nuestras vidas

Una tecnología se considera disruptiva cuando su implantación implica la sustitución u obsolescencia de una tecnología anterior por la que se obtiene una ventaja competitiva tan significativa que **cambia drásticamente los escenarios donde se introducen**, así como las 'reglas de juego' hasta entonces utilizadas.

El elemento clave radica en que los cambios producidos son estructurales, hay un antes y un después. Son innovaciones que crean nuevos productos o procesos que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes y consiguen rendimientos de la tecnología uno o varios órdenes de magnitud superiores a los de aquellas a las que sustituyen.

Por otro lado, existen tecnologías y ámbitos del conocimiento que en los próximos años serán protagonistas de los fenómenos de disrupción más importantes. Uno de ellos es el de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) con su revolución digital permanente, pero también lo serán las tecnologías cuánticas, la biotecnología, la neurotecnología, la nanotecnología, las tecnologías hipersónicas, los nuevos materiales, las nuevas energías... y un largo etcétera que impide recogerlas todas en estas páginas.

En este especial se han seleccionado un conjunto de ámbitos tecnológicos caracterizados por su futura capacidad de disrupción y su proximidad a los intereses de los Ingenieros de Telecomunicación. La transversalidad de las tecnologías que ma-

nejamos hace que las TIC estén presentes, de una u otra manera, en todas ellas.

En el artículo 'Tecnologías digitales. Cambio de paradigma en las tecnologías de la información y comunicaciones', José Luis Delgado describe los principales disruptores que configuran una segunda revolución digital.

'Nanotecnología. El potencial de lo más pequeño como elemento habilitador transversal', escrito por Daniel Granados, pone de manifiesto que, entre otros muchos impactos, esta tecnología será esencial para conseguir un desarrollo sostenible.

Eduardo Costas, en 'Biotecnología. El potencial insospechado para cambiar radicalmente nuestras vidas', pone el foco no solo en lo que se puede hacer y se hará con esta tecnología, también nos informa sobre lo que se puede hacer y no se hace ni se hará al ser un ámbito con un elevado nivel de regulación y, sobre todo, de autorregulación.

En el artículo 'Hacia la segunda revolución cuántica. Una nueva forma de entender y construir nuestro entorno', Jesús Folgueira

nos explica cómo la nueva teoría cuántica de la información y su implementación práctica ha dado lugar a una transformación radical de la computación, las comunicaciones y la metrología.

Gonzalo León, en 'Neurotecnología. Tecnología para leer, escribir y mejorar las capacidades del cerebro humano', describe los avances en la capacidad de interaccionar con nuestra mente y los problemas tecnológicos, regulatorios y éticos asociados.

En muchas ocasiones la disrupción proviene de la maduración simultánea de varias tecnologías cuya convergencia actúa como factor multiplicador de sus respectivas posibilidades. El artículo 'Robótica inteligente. Una herramienta al servicio de la sociedad', Jorgina Diaz nos describe un claro ejemplo de este tipo de innovación disruptiva.

Acertar el futuro es difícil, pero no lo es pronosticar que, más pronto que tarde, las tecnologías objeto de las siguientes páginas se desplegarán y transformarán las actividades de los seres humanos y su calidad de vida... Confiamos que será en la dirección correcta.





La capacidad de las máquinas para aprender, razonar y tomar decisiones **ha abierto un sinfín de posibilidades** en diversos campos

JOSÉ LUIS DELGADO GAMELLA. Ingeniero de Telecomunicación por la ETSIT, UPM.
Jefe de Sección C4I e Innovación en GMV.

Tecnologías digitales

Cambio de paradigma en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones

En los últimos años, el mundo de las tecnologías de la información y comunicaciones **ha experimentado un proceso disruptivo sin precedentes**. La convergencia de diversos avances tecnológicos ha transformado la manera en que interactuamos con la información y nos comunicamos, impactando de forma significativa en múltiples aspectos de nuestra vida cotidiana.

En este artículo exploraremos los principales disruptores clave que han impulsado esta revolución tecnológica: la Inteligencia Artificial, la computación en la nube, el Internet de las Cosas (IoT), *Blockchain*, la realidad virtual y aumentada y la ciberseguridad. Además, plantearemos posibles disruptores futuros que podrían revolucionar aún más el panorama tecnológico.

Inteligencia Artificial: el poder de la mente digital

La Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como uno de los ejes impulsores más influyentes en el mundo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La capacidad de las máquinas para aprender, razonar y tomar decisiones ha abierto un sinfín de posibilidades en diversos campos. Sin duda está siendo un factor clave para impulsar el proceso de transformación digital. Los avances en el aprendizaje automático y

el procesamiento del lenguaje natural están impulsando aplicaciones como *chatbots*, asistentes virtuales, análisis de datos avanzados y sistemas autónomos. En el ámbito de la defensa, por ejemplo, la IA ha demostrado su potencial al mejorar la precisión y velocidad de toma de decisiones, optimizar la ciberseguridad, potenciar el desarrollo de sistemas autónomos y facilitar el análisis de grandes volúmenes de datos para la inteligencia militar. Asimismo, herramientas como ChatGPT, que son modelos de lenguaje basados en Inteligencia Artificial, han tenido un impacto muy significativo debido a su capacidad para comprender y generar texto de manera inteligente, lo que les permite interactuar de manera más natural con los usuarios y proporcionar respuestas relevantes y coherentes. Estas herramientas han mejorado la forma en que las personas interactúan con los sistemas informáticos y las aplicaciones en varios aspectos.



Computación en la nube

La computación en la nube ha revolucionado el manejo y almacenamiento de datos tanto en la industria como en nuestra vida diaria. Con este modelo, los usuarios pueden acceder a aplicaciones, servicios y recursos informáticos a través de internet, sin la necesidad de poseer infraestructuras físicas costosas. La flexibilidad y escalabilidad de la computación en la nube han permitido a empresas y usuarios individuales reducir costes y aumentar la eficiencia. Además, ha propiciado el surgimiento de nuevos modelos de negocio, como el *Software as a Service* (SaaS) y la infraestructura como servicio (IaaS). En el futuro, se espera que la computación en la nube evolucione aún más, impulsada por avances en áreas como el *edge computing* y la computación cuántica.

IoT: la interconexión inteligente

El Internet de las Cosas (IoT) ha dado lugar a una interconexión sin precedentes de dispositivos cotidianos. Desde electrodomésticos y vehículos hasta sensores ambientales, el IoT ha transformado la forma en que interactuamos con el entorno. Esta red de dispositivos conectados recopila datos en tiempo real y permite la automatización de tareas, mejorando la eficiencia y la toma de decisiones. En el ámbito de la salud, por ejemplo, el IoT ha permitido el desarrollo de dispositivos médicos conectados que monitorizan constantemente la salud de los pacientes y proporcionan datos en tiempo real a los profesionales de la salud. A medida que el IoT evoluciona, se espera que la conectividad y la capacidad de procesamiento mejoren, impulsando el crecimiento de las ciudades inteligentes y la automatización en diferentes industrias.

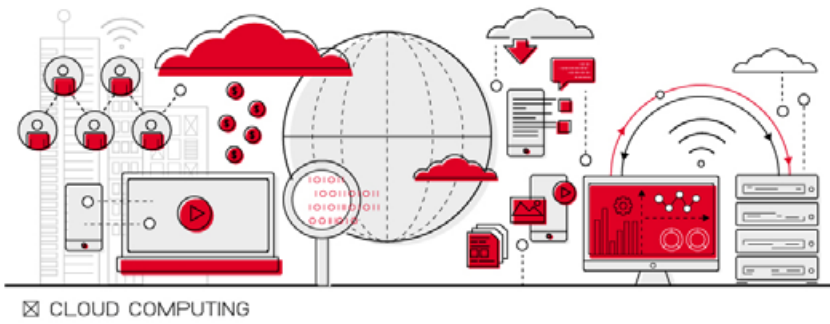
Blockchain: la confianza descentralizada

El *Blockchain* ha emergido como una tecnología disruptiva que permite la transferencia de valor de forma segura y transparente. Esta tecnología de registro distribuido elimina la necesidad de intermediarios en transacciones financieras y ha dado lugar a las criptomonedas. Además de las transacciones financieras, el *Blockchain* tiene otras aplicaciones, como la trazabilidad de productos y la gestión de identidad digital. La confianza descentralizada que brinda el *Blockchain* tiene el potencial de transformar industrias enteras, desde la banca y los seguros hasta el suministro de energía y la logística. En el futuro, el *Blockchain* podría expandirse aún más, facilitando la *tokenización* de activos físicos y revolucionando el concepto de propiedad. Aunque el *Blockchain* ha mostrado su promesa, aún enfrenta desafíos en términos de escalabilidad y regulación, pero se espera que siga evolucionando y encontrando nuevas aplicaciones en el futuro.

Además de las transacciones financieras, el *Blockchain* tiene otras aplicaciones, como la trazabilidad de productos y la gestión de identidad digital

Realidad virtual y aumentada

La realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR) han llevado la interacción



humana con la tecnología a una nueva dimensión. La VR sumerge al usuario en un entorno virtual, mientras que la AR superpone información digital en el mundo real. Estas tecnologías tienen aplicaciones en campos tan diversos como el entretenimiento, la educación, la medicina y el diseño de productos. En el sector educativo, por ejemplo, la VR y la AR permiten experiencias inmersivas que enriquecen el aprendizaje y facilitan la comprensión de conceptos complejos. En el futuro, se espera que la VR y la AR se vuelvan aún más inmersivas y accesibles, gracias a avances en *hardware*, como dispositivos más ligeros y con mayor resolución, y a la mejora de los sistemas de seguimiento y representación visual que transformen la forma en que trabajamos, aprendemos y nos entretenemos.

Ciberseguridad: protegiendo la nueva era digital

A medida que la tecnología avanza, la ciberseguridad se ha vuelto una de las preocupaciones más críticas. Los ciberataques se han vuelto más sofisticados y frecuentes, poniendo en riesgo la integridad de las redes y la confidencialidad de la información. La ciberseguridad se ha convertido en una disciplina fundamental para proteger nuestra infraestructura digital y garantizar la confianza en los sistemas y servicios tecnológicos. En el futuro, se

requerirán soluciones más avanzadas para hacer frente a los desafíos emergentes, como la protección de datos en entornos de computación en el borde de la red (*edge computing*), la seguridad de los dispositivos IoT y la defensa contra ataques basados en Inteligencia Artificial (*adversarial AI*).

Disruptores futuros y el camino hacia delante

Además de los factores mencionados anteriormente, el futuro de las tecnologías de la información y las comunicaciones podría estar marcado por nuevos avances que todavía están en desarrollo. Algunas de las áreas prometedoras incluyen:

- **Computación cuántica:** La computación cuántica tiene el potencial de resolver problemas complejos de manera exponencialmente más rápida que las computadoras tradicionales. Esta tecnología disruptiva podría revolucionar campos como la criptografía, el modelado molecular y la optimización de procesos.
- **Biometría y reconocimiento facial:** La biometría y el reconocimiento facial podrían tener un impacto significativo en la seguridad y autenticación, brindando un nivel adicional de protección y comodidad en diversas aplicaciones.
- **Computación en el borde de la red:** El *edge computing* permite el proce-

samiento de datos y la ejecución de aplicaciones más cerca de la fuente de datos, reduciendo la latencia y mejorando la eficiencia en aplicaciones sensibles a posibles retardos, como la realidad virtual y aumentada, el IoT y los vehículos autónomos.

- **5G y redes de próxima generación:** La implementación generalizada de redes 5G permitirá una mayor velocidad y capacidad de conectividad, lo que impulsará la adopción de tecnologías como el IoT, la realidad virtual y aumentada y los vehículos autónomos.
- **Automatización robótica de procesos (RPA):** La RPA es una tecnología que utiliza robots *software* para automatizar tareas repetitivas y basadas en reglas. Se espera que esta tecnología tenga un impacto significativo en la eficiencia operativa y la productividad en diversos sectores. ▴

Mirando hacia el futuro

El mundo de las tecnologías de la información y las comunicaciones ha experimentado una revolución impulsada por diversos factores clave. Los disruptores mencionados han abierto un abanico de oportunidades y desafíos, impactando en ámbitos que van desde la economía, la defensa y la salud hasta la educación y el entretenimiento.

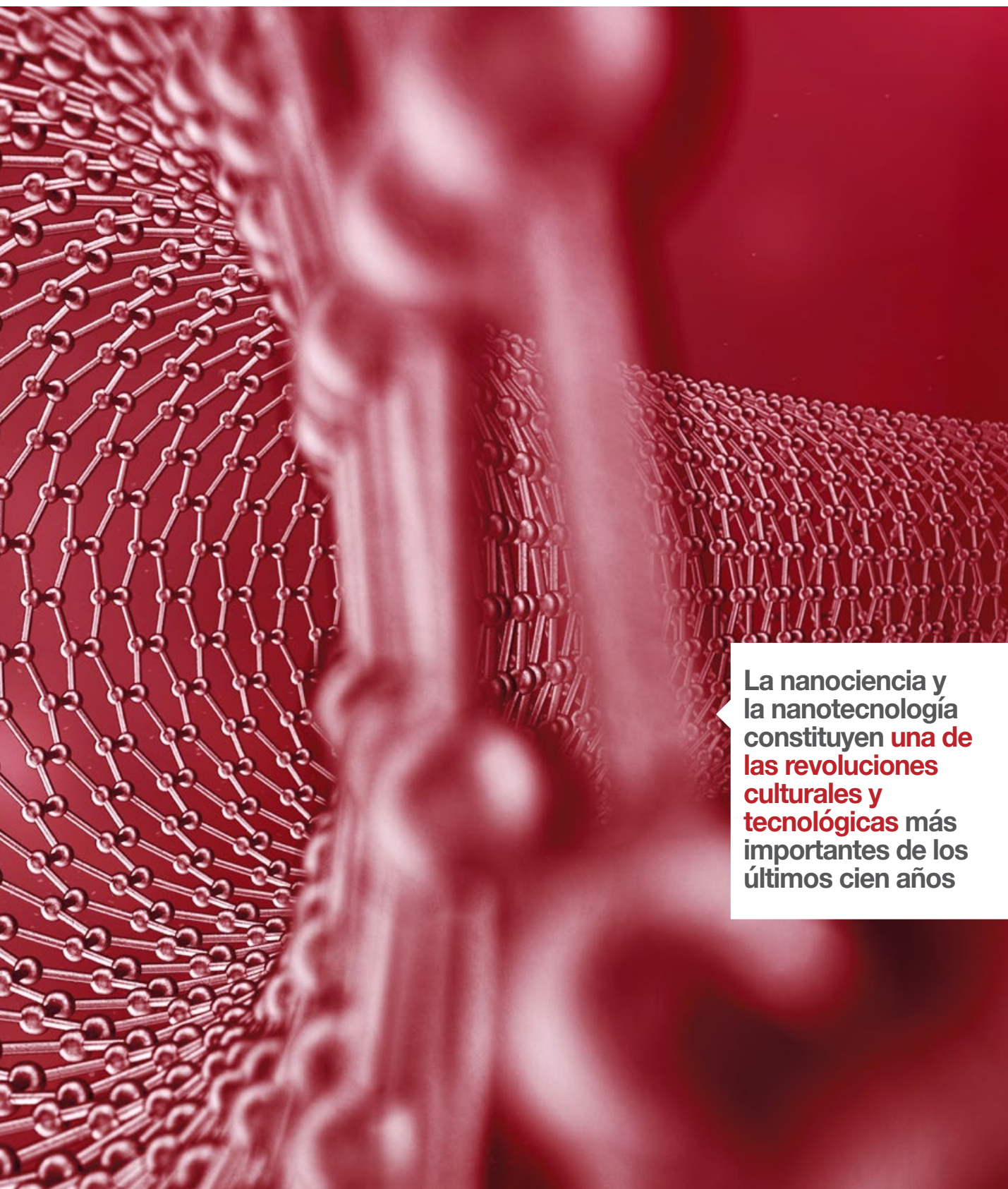
Mirando hacia el futuro, los nuevos avances tecnológicos prometen seguir transformando la sociedad y brindar nuevas formas de mejorar nuestra vida cotidiana. Es esencial que estemos preparados para aprovechar las ventajas de estas tecnologías mientras abordamos los desafíos que plantean, promoviendo un desarrollo responsable y ético en este nuevo panorama tecnológico. La disrupción tecnológica está lejos de terminar, y debemos mantenernos ágiles y adaptativos para aprovechar al máximo las oportunidades que trae consigo.

El Internet de las Cosas (IoT) ha dado lugar a una interconexión sin precedentes de dispositivos cotidianos

DANIEL GRANADOS. Director ejecutivo del Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Nanociencia (IMDEA Nano) y profesor de Investigación responsable del Grupo Quantum NanoDevices.

Nanotecnología El potencial de lo más pequeño como **elemento habilitador transversal**

En el relato de ciencia ficción 'El convector Toynbee', publicado en 1984, Ray Bradbury narra la historia de Craig Bennett Stiles, un inventor que atezado por la deriva de un mundo malherido y una sociedad de futuro incierto, **decide crear una máquina del tiempo y viajar al futuro.** Allí, queda fascinado por las maravillas de una sociedad tolerante y tecnológicamente muy avanzada que habita una naturaleza pletórica y exuberante. Admirado, decide documentar ese maravilloso futuro y volver al pasado, donde convence a sus coetáneos de que un futuro mejor para todos es viable.



La nanociencia y la nanotecnología constituyen **una de las revoluciones culturales y tecnológicas** más importantes de los últimos cien años



El verdadero impacto disruptivo de la nanotecnología sobre la industria de los semiconductores no será hacerlos más rápidos o de menor consumo eléctrico, sino **desarrollarlos de una manera más sostenible**

La nanotecnología tiene el potencial de ser tan disruptiva y transformadora como el mensaje que porta el viajero del tiempo en la historia de Bradbury. Está llamada a ser el pilar fundamental sobre el que se sustenten el resto de tecnologías destinadas a transformar la sociedad: desde la medicina personalizada y la generación de energía sostenible hasta la producción inteligente de alimentos o la computación neuromórfica. Las innovaciones tecnológicas disruptivas como la nanotecnología

son potentes agentes del cambio, capaces de reconfigurar la sociedad y el mundo en que habitamos, y si bien prometen avances revolucionarios en numerosos campos, también plantea desafíos y cuestiones éticas que deben ser considerados.

¿De qué hablamos cuando hablamos de nanotecnología?

La nanociencia y la nanotecnología constituyen una de las revoluciones culturales y tecnológicas más impor-

tantes de los últimos cien años. Hacemos referencia a la nanociencia cuando nos referimos al estudio de objetos donde al menos una de sus dimensiones está en el rango de los nanómetros, esto es, una mil millonésima de metro, de ahí el prefijo 'nano' o 10^{-9} . Conforme reducimos la escala de los objetos hasta alcanzar las dimensiones nanométricas, es posible modificar sus propiedades físicas, químicas o biológicas y, en algunos casos, observar con fascinación cómo aparecen nuevos fe-

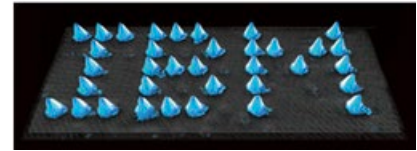


permite sacar partido de los nuevos fenómenos que emergen a la nano-escala para desarrollar tecnologías que nos resulten útiles. En última instancia, podríamos referirnos como nanotecnología a la miniaturización extrema de dispositivos con el fin último de reducir su volumen o conseguir su integración monolítica.

El físico y premio Nobel Richard P. Feynman fue un visionario de la nanotecnología, además de en otras múltiples disciplinas. En su ya archiconocida conferencia 'There's Plenty of Room at the Bottom' (1959) sentó las bases de la revolución nanotecnológica al hablar por primera vez de las inmensas posibilidades que surgirían al poder manipular y controlar la materia a escala atómica o molecular de forma individual.

A pesar de la clarividencia de Feynman, no fue hasta 1974 que el ingeniero de materiales Norio Taniguchi acuñó la palabra 'nano-tecnología' en su trabajo 'On the Basic Concept of 'Nano-Technology'. En él describía la posibilidad de fabricar semiconductores con una precisión extrema y mencionaba cómo la capacidad para manipular semiconductores con precisión nanométrica abriría un sinfín de posibilidades en la industria de la electrónica. El tiempo le ha dado la razón. Taniguchi fue también el primero en mencionar la necesaria interdisciplinariedad de la nanotecnología, donde las fronteras del conocimiento se desdibujan y los físicos, químicos, biólogos, ingenieros, matemáticos o médicos deben trabajar juntos y revueltos en aras de un objetivo común.

El verdadero pistoletazo de salida lo dieron en 1981 los físicos Gerd Binnig y Heinrich Rohrer, al inventar en IBM el microscopio de efecto Túnel o STM (de *Scanning Tunneling Microscope*), por el que recibieron el premio Nobel de Física en 1986. Gracias al STM fue posible



Rohrer y Binnig con su recién inventado Microscopio de Efecto Túnel, que les valió el premio Nobel de física en 1986. En la parte inferior se muestra el logo de IBM, fabricado por D. Eigler en 1989, manipulando con el STM 35 átomos de xenón hasta colocarlos en su lugar.

observar y manipular los átomos de manera individual y a escala nanométrica. Su invención supuso un hito tecnológico sin precedentes.

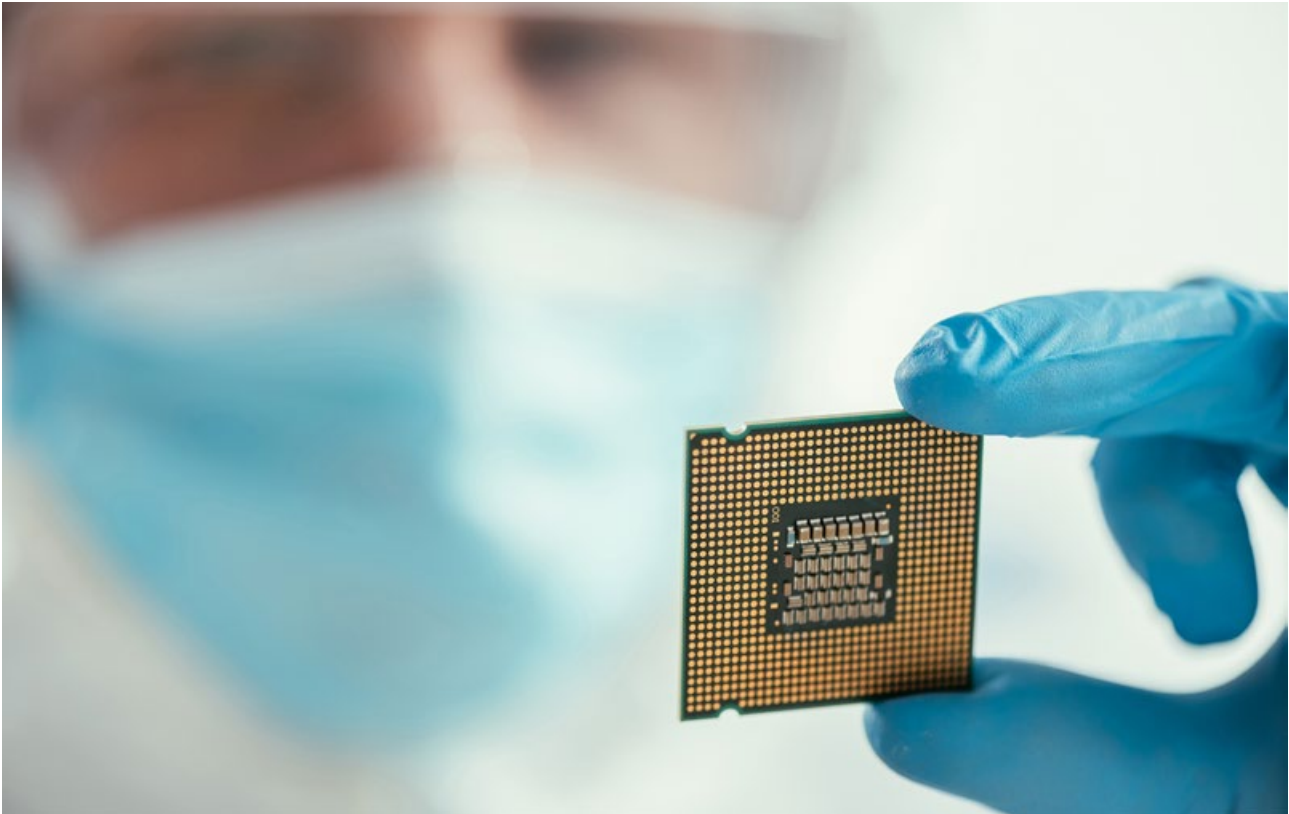
Nanotecnología y olas de la innovación

Desde Kondratieff hasta Schumpeter han sido muchos los autores que han vinculado los ciclos económicos largos de bonanza y recesión con la aparición, crecimiento y saturación de tecnologías disruptivas. Desde la creación de la máquina de vapor y el ferrocarril hasta la invención del transistor. El ejemplo del impacto de la nanotecnología en la historia del transistor es paradigmático.

La quinta ola de la innovación que abarca la última mitad del siglo XX y el principio del siglo XXI está asociada a las tecnologías de la información, la evolución de las redes de comunicaciones, el aumento exponencial de la potencia de cálculo, la telefonía móvil, el almacenamiento de información o la evolución de internet. Todas ellas se sustentan sobre avances tecnológicos que se hicieron disruptivos gracias a que la nanotecnología actuó como una herramienta habilitadora y aceleradora.

nómenos emergentes que solo existen a esa escala, y no en objetos de un tamaño mayor. La nanotecnología, por un lado, consiste en desarrollar instrumentación y métodos experimentales que nos permitan acceder y manipular objetos en la nano-escala para poder estudiar o controlar a voluntad los fenómenos que allí acontecen. Por otro,

La nanotecnología tiene el poder habilitador de conseguir un desarrollo sostenible



En el caso del transistor, en tan solo 75 años pasamos de un cristal de germanio de varios milímetros a miles de millones de transistores integrados en un solo procesador, cada uno de ellos con un tamaño de puerta de 2 nm, como es el nodo actual de tecnología desarrollado por IBM y licenciado para su explotación comercial a la compañía japonesa Rapidus. La nanotecnología no es necesariamente disruptiva *per se*, la verdadera potencia de la nanotecnología como herramienta de disrupción tecnológica se da cuando actúa como instrumento habilitador de ideas o tecnologías que se beneficien exponencialmente de los fenómenos que acontecen en la nanoescala, de la miniaturización y del poder que emerge

de manipular la materia con precisión a escala atómica o molecular.

La sexta ola de la innovación se está vinculando a la tecnología sostenible y el llamado crecimiento verde. También a la salud de vanguardia y a la medicina personalizada y, cómo no, a la Inteligencia Artificial, que ha resurgido de sus cenizas con el vigor de un joven fénix, de manera inesperada. ¿Qué papel jugará la nanotecnología en todas ellas? Sin duda alguna un rol protagonista y habilitante.

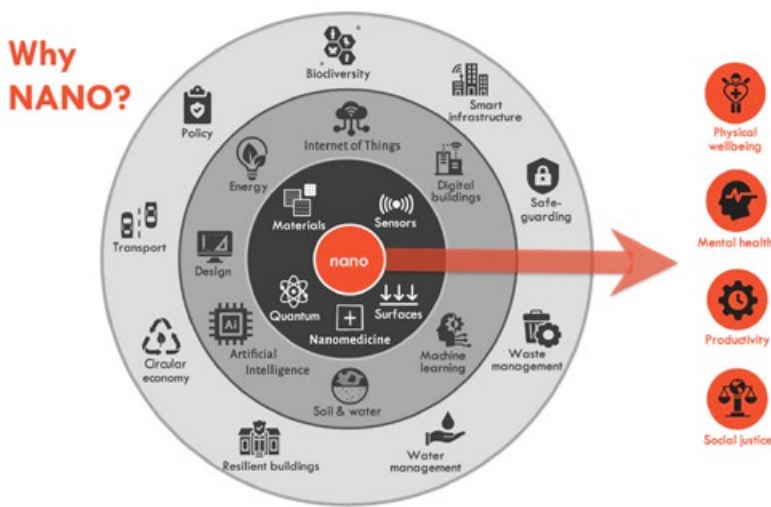
Retos sociales y el futuro nanotecnológico

En un futuro no muy lejano la nanociencia y la nanotecnología nos per-

mitarán curar el cáncer de manera mucho más eficaz y menos invasiva, tener ordenadores cuánticos ultrarrápidos, imitar artificialmente la fotosíntesis, tener capas invisibles como Harry Potter, baterías eléctricas de carga ultrarrápida y altísima capacidad, células solares flexibles, o edificios y métodos de transporte más ligeros y eco-sostenibles; nos permitirán acceder de manera eficiente al comercio espacial, o desarrollarán sensores de nuevo cuño con sensibilidades, tamaños o consumos energéticos sin precedentes. Nos permitirán también fabricar huesos y órganos artificiales personalizados, o manipular los genes para prevenir enfermedades o alargar la vida.

El astuto viajero en el tiempo Craig Bennett Stiles y su convector Toynbee hacen uso del llamado efecto Pigmalión para transformar el mundo. Las expectativas que generamos sobre el futuro modifican la conducta y acciones de los demás y, en una espiral virtuosa, ha-

La nanotecnología jugará un papel fundamental en el desarrollo disruptivo y exponencial de soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible



ACS Nano 2021, 15, 12, 18608-18623.

Impacto de la nanotecnología sobre el futuro de la sostenibilidad. Extraído del artículo 'Nanotechnology for a Sustainable Future: Addressing Global Challenges with the International Network4Sustainable Nanotechnology'.

cen que los hechos que ansiamos ocurran en forma de profecía auto-cumplida, llevándonos así al éxito o al fracaso. Ante la pregunta de '¿dónde impactará la nanotecnología de manera disruptiva?' debemos respondernos con otra pregunta: no se trata de dónde lo hará, sino de dónde queremos que lo haga antes.

Entre los retos fundamentales a los que nos enfrentamos como especie están la energía, el cambio climático, la huella de carbono o el agua. Todos ellos englobados en el concepto de desarrollo sostenible. La nanotecnología jugará un papel fundamental en el desarrollo disruptivo y exponencial de soluciones que remedien estos retos. Es ahí donde debemos poner el foco. No tiene sentido desarrollar ninguna tecnología, por muy disruptiva que sea, sin una humanidad a la cual poder legarla.

A modo de ejemplo, la cadena de valor de la producción de un chip semiconductor es tremendamente opaca y con una fuerte huella medioambiental. El verdadero impacto disruptivo de la nanotecnología sobre la industria de los semiconductores no será hacerlos más rápidos o de menor consumo eléctrico, sino desarrollarlos de una manera más sostenible. Lo mismo ocurrirá con los desarrollos de Inteligencia Artificial.

En la actualidad, estas tecnologías se están desarrollando sobre arquitecturas CMOS y de Von Neumann que no están optimizadas para las tareas que la llamada computación neuromórfica precisa, como son el aprendizaje de lenguaje natural, tareas generativas o el reconocimiento de patrones. Al mantener el almacenamiento de datos en un lugar y el procesamiento de los mismos en otro, consumen una canti-

dad obscena de recursos energéticos y generan una huella de carbono que las hace imposibles de escalar de manera sostenible.

Para hacer de la IA y la computación neuromórfica algo sostenible y escalable, es necesario crear nuevos materiales y arquitecturas que se comporten como lo hace el cerebro humano, que se comporten tal y como lo hacen las neuronas. La nanotecnología está en la actualidad desarrollando nuevos materiales y arquitecturas que harán esta tarea posible, reduciendo así el impacto global de las tecnologías de IA y acelerando su despliegue y adopción.

Los ejemplos son infinitos, pero creo que el mensaje es claro: la nanotecnología tiene el poder habilitador de conseguir un desarrollo sostenible.

Consideraciones éticas y conclusiones

El poder habilitador y transformador de la nanotecnología no está exento de peligros y consideraciones éticas. El protagonista de la maravillosa película 'Big Fish', Edward Bloom, es capaz de llevar una vida plena porque sabe cómo va a morir. La capacidad de edición genética que vendrá nos permitirá eliminar las enfermedades actuando sobre el feto o reparar nuestros organismos y prevenir el envejecimiento e incluso la muerte. ¿Es ético y deseable desde un punto de vista evolutivo una vida sin enfermedades? ¿Tiene sentido la vida sin un final? Aunque la nanotecnología nos habilite como herramienta para desarrollar tecnologías disruptivas y transformadoras, debemos debatir en profundidad estas y otras preguntas antes de lanzarnos a la tarea.

Quiero creer en el poder transformador de la nanotecnología como herramienta habilitadora para lograr un desarrollo sostenible, y que la sexta ola de la innovación sea la más larga y próspera jamás vivida. Y, haciendo uso de las últimas frases del relato de Bradbury, espero que nos eleve "hacia un continente brillante, una tierra futura, un planeta prodigioso y superviviente [...]".

Ante la pregunta de '¿dónde impactará la nanotecnología de manera disruptiva?' debemos respondernos con otra pregunta: no se trata de dónde lo hará, sino de dónde queremos que lo haga antes

EDUARDO COSTAS. Catedrático de Genética en la Facultad de Veterinaria de la UCM. Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia.

Biotecnología El potencial insospechado para cambiar radicalmente nuestras vidas

La biotecnología tiene hoy en día más poder para cambiar las cosas que en ninguna otra época de nuestra historia.

Podríamos hacer clones de cualquier humano o desarrollar personas con cerebros mucho más grandes. Incluso podríamos llegar a revivir a un neandertal. Domesticamos microorganismos que pueden conseguir cosas tan sorprendentes como enriquecer uranio. Sin biotecnología no seríamos la especie que hoy somos, ni mucho menos la que seremos.

La preocupación por el futuro –y el intento de predecirlo– es una de las características esenciales que nos hacen humanos. En buena medida nuestro éxito venidero dependerá de las nuevas disrupciones tecnológicas que permitan adaptarnos a un mundo en rápido cambio global, con problemas tan graves como el calentamiento climático, la pérdida de la biodiversidad, o la amenaza de pandemias globales.

Richard Gott (un físico de Princeton que seguramente es el científico que más acertadamente trabajó sobre la previsión matemática del futuro) desarrolló rigurosos procedimientos que demuestran que el futuro solo es pre-

visible cuando es copernicano. Dicho de otra forma, el futuro es previsible si no hay disrupciones. Pero, aunque acertar en una previsión rigurosa sobre las disrupciones futuras parece ser conceptualmente imposible, vale la pena hacer una especulación científica sobre el tema.

Nuestra especie lleva unos 250.000 años sobre la Tierra. Durante el 95% de nuestra existencia hemos sido cazadores-recolectores nómadas viviendo en pequeños grupos. En ese tiempo nunca fuimos más de diez millones en todo el planeta, pues la caza y la recolección no proporcionaban recursos para una población mayor.



¿Qué tecnología disruptiva nos permitió **desarrollar la sociedad actual** altamente tecnificada?
Fue la biotecnología

Figura 1. A medida que se conoce el genoma humano y de otros muchos organismos nos vamos llevando sorpresas inesperadas.

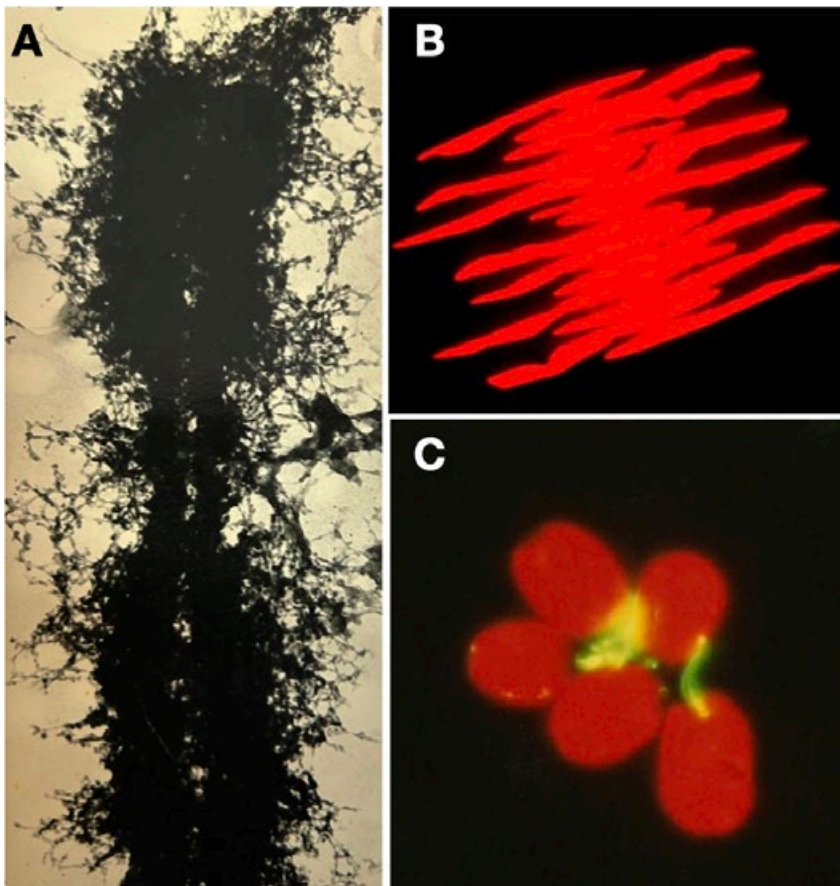


Figura 1A: Cromosoma humano al microscopio electrónico de transmisión. Los seres humanos tenemos menos de 30.000 genes, muchos menos que otros organismos a los que consideramos más sencillos. Por ejemplo los helechos tienen muchos más genes que nosotros.

Figura 1B y 1C: Microorganismos eucariotas fotosintetizadores observados con epifluorescencia. Pese a ser organismos unicelulares de pequeño tamaño (alrededor de 30 μm) tienen más genes que nosotros. Gracias a eso presentan una gran variedad de rutas metabólicas que pueden ser utilizadas en biotecnología para aplicaciones sorprendentes.

Sin embargo, el estudio de los fósiles de estos cazadores-recolectores (incluyendo la secuenciación de su antiguo ADN) revelan que eran prácticamente idénticos a nosotros. Si una máquina del tiempo trajese a nuestra época a bebés de estos cazadores-recolectores paleolíticos, sin duda podrían llegar a ser excelentes ingenieros. Igualmente

nosotros, criados en el paleolítico, seríamos capaces de ganarnos la vida cazando y recolectando.

Biotecnología disruptiva

¿Qué tecnología disruptiva nos permitió desarrollar la sociedad actual altamente tecnificada? Fue la biotecnología.

Hoy en día se emplean microorganismos que trabajan como mineros o descontaminan productos extremadamente tóxicos

Al desarrollar la agricultura y la ganadería (una disrupción biotecnológica que se desarrolló independientemente en varios lugares del mundo hace alrededor de 9.000 años como respuesta al cambio climático del Holoceno), se produjo el mayor cambio de nuestra historia. La biotecnología permite hoy alimentar a más de 8.000 millones de personas.

Se estima que en toda nuestra historia hubo alrededor de 110.000 millones de seres humanos. De ellos más de 80.000 millones murieron de una enfermedad infecciosa antes de cumplir los cinco años. También en este caso diversas disrupciones biotecnológicas (antibióticos, vacunas, higiene de alimentos, saneamiento del agua...) nos han permitido alcanzar una esperanza de vida al nacer de más de 80 años.

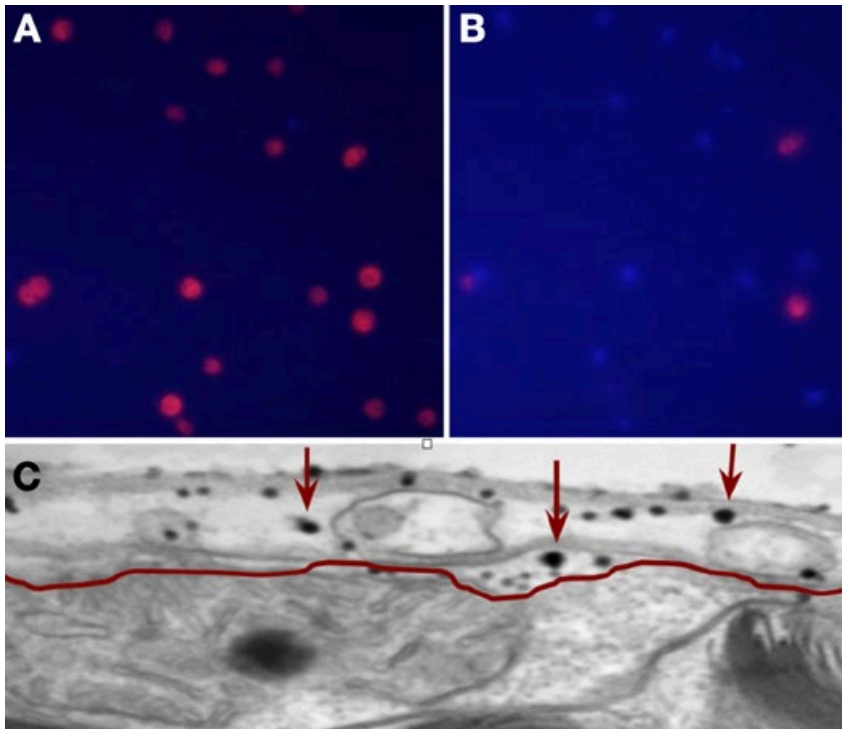
Hoy en día, la biotecnología todavía tiene muchísimo más poder de cambiar las cosas que en ninguna época pasada de nuestra historia. Desde mediados del siglo XX han trabajado más biotecnólogos que la suma de todos los que ha habido antes a lo largo de nuestra historia.

Hitos históricos

Así se han conseguido hitos tan impresionantes como la ingeniería genética, que permite cortar y coser ADN de distintas especies y obtener organismos transgénicos con características especiales (por ejemplo, bacterias con el gen de la insulina humana que producen esta hormona esencial que tienen que inyectarse los diabéticos).

También permite la secuenciación completa del genoma humano del ADN (que entre otras muchas cosas ha cambiado desde la manera de interpretar nuestra historia, hasta permitir un desarrollo espectacular de la medicina personalizada de precisión), o la edición genética mediante el sistema CRISP (que permite la modificación de un gen concreto o su inactivación, y está siendo muy útil como modelo para el estudio de enfermedades, para desarrollar nuevos fármacos y realizar terapia génica curando enfermedades genéticas).

Figura 2. El potencial para biotecnología de algunos microorganismos resulta sorprendente.



Tras un proceso de mejora genética el microorganismo eucariota fotosintetizador *Tetraselmis mediterranea* es capaz de capturar y enriquecer uranio, fraccionando a favor del isótopo U235 al bio-acumularlo en su interior:

Figura 2A: Microorganismos fotosintéticos seleccionados para capturar y enriquecer uranio observados por epifluorescencia en el momento de añadir uranio al medio. Solo se observa el color rojo de la clorofila.

Figura 2B. Tres horas más tarde los mismos microorganismos de la figura 1A han acumulado tanto U235 en su interior que adquieren una coloración azulada como consecuencia del uranio acumulado en su interior.

Figura 2C: Los acúmulos de uranio son visibles en el interior de los microorganismos bajo el TEM y pueden ser identificados por microanálisis de difracción de rayos X.

Biotecnología industrial

El potencial para la biotecnología industrial es también ingente. Por ejemplo, nuestro grupo ha conseguido enriquecer uranio utilizando microorganismos. De hecho, en Oklo (Gabón) funcionaron reactores nucleares millones de años antes que los construidos por el hombre, probablemente como resultado de ‘ingenieros microbianos’ que acumularon U235.

Hoy en día se emplean microorganismos que trabajan como mineros o descontaminan productos extremadamente tóxicos. Muchos expertos estiman que la biotecnología empleando microorganismos (lo que algunos llaman domesticación de los microorganismos) será una disrupción comparable al menos con la aparición de la agricultura.

Muchos expertos estiman que la biotecnología empleando microorganismos será una disrupción comparable al menos con la aparición de la agricultura

Detener el envejecimiento

En una de sus novelas, Isaac Asimov, que antes de ser un reputado autor de ciencia ficción y divulgador científico fue bioquímico, imaginó civilizaciones futuras donde la disrupción biotecnológica había logrado que los seres humanos se librasen de la enfermedad y el envejecimiento viviendo durante siglos en plenitud de facultades. Se trata de un viejo sueño.

Desde antiguo, miles de individuos de todo tipo buscaron –sin éxito– métodos para conseguir la eterna juventud. Por el contrario, hace años que la biotecnología consiguió, por ejemplo, tanto detener como adelantar considerablemente el envejecimiento de los tomates, logrando que maduren en muy pocos días o que permaneciesen verdes durante muchos meses. Tan solo se trata de conocer los genes y productos génicos implicados en el proceso de envejecimiento del tomate y actuar sobre ellos.

¿Por qué no hacerlo con un ser humano? Podría argumentarse que un tomate es un organismo mucho más simple y que lo que se hace con ellos es mucho más difícil hacerlo con humanos. Pero, a lo largo de la historia, la ciencia nos fue dando lecciones de humildad.

Humildad genética

La astronomía nos enseñó que habitamos un planeta que no es el centro del universo alrededor del cual giran los demás astros. De igual modo la biología nos da lecciones mucho más drásticas de nuestra insignificancia: por ejemplo, un tomate tiene alrededor de 35.000 genes, mientras un ser humano tiene menos de 30.000. Lo que para nosotros es un simple helecho tiene unas 100 veces más ADN que un humano. También los tiburones tienen más cantidad de ADN que nosotros.

Cuando la biología molecular estudió la enorme diversidad de organismos que pueblan nuestro planeta, nos dejó una enseñanza recogida en lo que quizás sea el aforismo más célebre de la

Figura 3. ¿Que nos deparará la disrupción biotecnológica en nuestra propia salud?

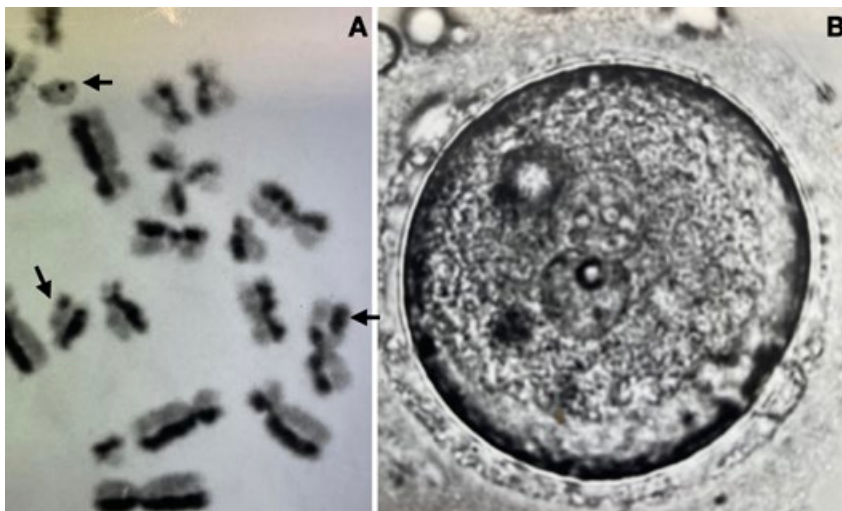


Figura 3A: Cromosomas humanos de personas irradiadas en el accidente de Chernóbil. Las flechas muestran zonas de intercambio de cromátidas hermanas (ruptura y posterior pegado de fragmentos cromosómicos).

Figura 3B: Un embrión humano justo en el momento en que van a fusionarse los pronucleos del óvulo (con el material genético de la madre) y del espermatozoide (con el material genético del padre) para dar lugar a una nueva combinación genética única en toda la historia de la humanidad. Ya se han conseguido numerosos embriones editados genéticamente para librarlos de determinadas enfermedades hereditarias.

genética: “Lo que se cumple en *E. coli* (una bacteria muy abundante en nuestro intestino), se cumple en *E. lefante*”. Indudablemente podemos hacer en humanos lo que hacemos en organismos experimentales.

Vemos así que la biotecnología nos muestra un camino lleno de potenciales disrupciones que podrían cambiarlo todo.

Entre ellas, recordemos la clonación exitosa de la oveja Dolly (que nació en 1996). Sabemos lo suficiente como para clonar a humanos (algo que ya se ha hecho llevando a la cárcel a su autor). Podríamos hacer clones de cualquiera de nosotros. No es difícil, ni siquiera caro.

También conocemos mucho sobre el desarrollo de nuestros cerebros a partir

de la cresta neural embrionaria y los genes que lo controlan. En nuestra mano está desarrollar humanos con cerebros mucho más grandes y complejos que el nuestro.

Michael Crichton (formado en biología molecular en la Facultad de Medicina de Harvard) planteó ‘revivir’ dinosaurios en ‘Parque Jurásico’. Hoy en día hemos recuperado y secuenciado mucho ADN del genoma de los neandertales. Resulta mucho más tentador revivir a un neandertal, una especie humana con complejas manifestaciones culturales y un cerebro significativamente mayor que el nuestro.

Compromiso ético

La biotecnología ha traído disrupciones importantísimas. Acabamos de detrotar a una pandemia que pudo diez-

marnos desarrollando una vacuna de ARN en un tiempo récord. Los diabéticos se inyectan insulina producida por ingeniería genética en bacterias en las que se han insertado genes humanos.

Son logros ingentes, pero ante el potencial de la disrupción biotecnológica cabe pensar: ¿por qué aún no hemos desarrollado todo este ingente potencial?

Tras la Segunda Guerra Mundial, buena parte de los mejores físicos del Proyecto Manhattan se pasaron a la biología –que consideraban la ciencia del futuro–, contribuyendo significativamente a su desarrollo. Pero a principios de los años 70 del siglo pasado el rápido desarrollo de la biología molecular causó una enorme preocupación entre los científicos. ¿Había límites que la investigación en biología no debería traspasar? El premio Nobel Paul Berg lideró una campaña al respecto. Desde entonces, por mera convicción, hay numerosos temas de investigación biotecnológica que son tabú.

Sin duda el desarrollo de la biología molecular permite que hoy en día hubiese disrupciones biotecnológicas extraordinarias. Fueron los límites autoimpuestos por los propios biotecnólogos los que frenaron y siguen frenando disrupciones que hubiesen hecho que el mundo actual fuese muy diferente a lo que es. Pero entonces la biotecnología habría maximizado la desigualdad.

De manera similar a lo que ocurrió a principios de los 70, hoy en día destacados expertos plantean establecer límites al desarrollo de la Inteligencia Artificial tal y como hicieron los biotecnólogos a principios de los 70.

De momento los biotecnólogos seguimos a rajatabla la máxima “*Primum non nocere*”. Nadie sabe qué nos deparará el futuro, pero sin duda las mayores disrupciones biotecnológicas se producirán si alguna vez traspasamos este límite. ▾

Hay numerosos temas de investigación biotecnológica que son tabú



Síguenos en redes sociales

El COIT sigue apostando por desarrollar espacios en los que se comparta información a tiempo real, donde se generen debates de altura, que sirvan para proyectar a la institución y sea un espacio de referencia dentro del Ecosistema Digital.

Estamos creando una Comunidad Teleco en redes sociales en la que **te animamos a participar**.



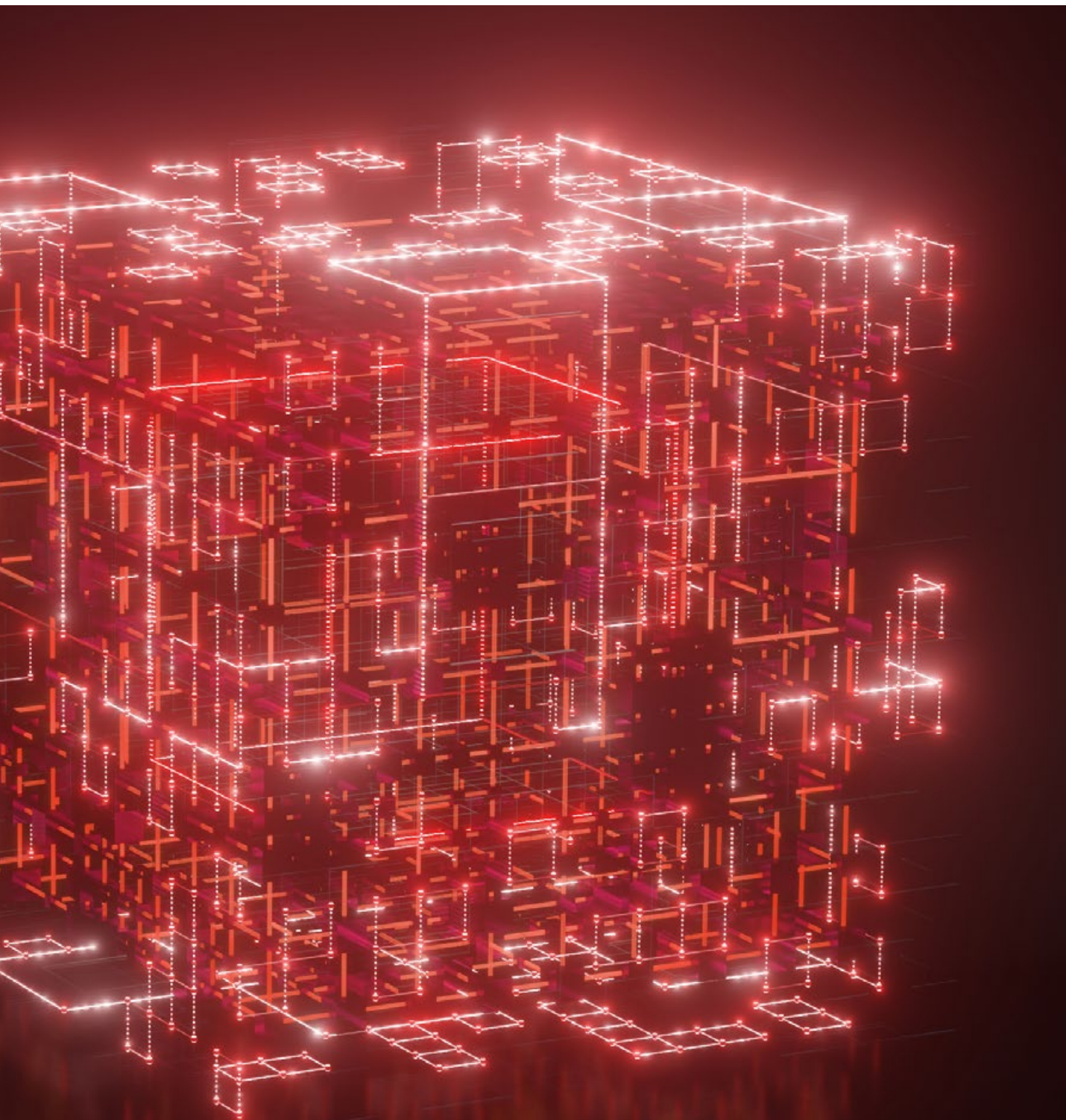
Este código QR te llevará a los enlaces directos a las redes sociales, que también puedes encontrar en: www.coit.es y www.aeit.es



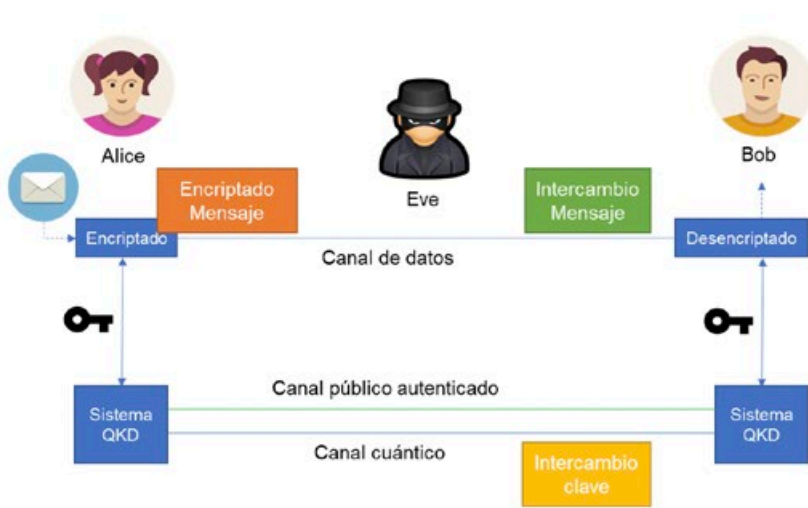
JESÚS FOLGUEIRA. Ingeniero de Telecomunicación.
Gerente de Redes IP y de Transporte, CTIO Telefónica.

Segunda revolución cuántica Una nueva forma de entender y construir nuestro entorno

Las tecnologías cuánticas cambiarán la forma de procesar y transmitir la información. Son complejas porque se alejan de nuestros sentidos, pero **prometen unas capacidades que solo estamos empezando a entender**. La fuerte competencia acelera el ritmo de innovación, y la computación y las comunicaciones cuánticas ya ofrecen unos primeros resultados tangibles. Es la segunda revolución cuántica –la primera fue la que dio origen a la electrónica– que expandirá los límites actuales de las TIC.



Si no se aíslan, los bits cuánticos se van borrando, produciendo errores que se hacen **más evidentes conforme avanza un cálculo**



Ingredientes:

- Transmisor Qubit: Alice
- Receptor Qubit: Bob
- Espía: Eve
- Canal cuántico (transmite los qubits de Alice a Bob)
- Canal público autenticado

Pasos principales:

- Intercambio en bruto de claves (canal cuántico)
 - Transmisión Qubit
 - Sifting (reconciliación bases)
- Post-procesado de claves (uando canal público autenticado)
 - Reconciliación de información
 - Verificación de errores
 - Amplificación de privacidad

Esquema de funcionamiento de un sistema QKD.
Fuente: autor.

La actual disrupción de las tecnologías cuánticas se apoya en dos revoluciones del siglo XX. Por un lado, la física cuántica, que explica los fenómenos del mundo microscópico. Por otro lado, las tecnologías de la información y las comunicaciones, que permiten el procesamiento y transmisión de la información.

La convergencia de estas dos áreas de conocimiento da origen a la teoría cuántica de la información, que usa los principios de la física cuántica para el envío y procesamiento de la información. Las principales aplicaciones son la computación, las comunicaciones y la metrología cuánticas.

La computación cuántica explota las propiedades cuánticas para alcanzar un salto respecto a los ordenadores actuales. Las comunicaciones cuánticas se centran en la transmisión de la información cuántica. Por último, la metrología cuántica ofrecerá una precisión mucho mayor en la medida de magnitudes físicas, o incluso el acceso

a medidas no accesibles con métodos clásicos.

El camino hacia la computación cuántica

Un ordenador cuántico no es más que un ordenador que procesa la información atendiendo a las leyes de la física cuántica, explotando unos fenómenos que no se usaban porque no había acceso efectivo a ellos, a diferencia de los que son la base de la electrónica. Es un cambio radical de modelo, una transición equivalente al salto a los ordenadores electrónicos, ahora con las leyes de la física cuántica en lugar de las de la electrónica.

La física cuántica gobierna el comportamiento de los objetos del mundo microscópico. Nos dice que no tienen sus propiedades definidas hasta el momento en que se realiza una observación. Así, las leyes cuánticas nos dicen que sería posible tener un imán donde el polo Norte apunta a la vez hacia arriba y hacia abajo. Este fenómeno de las

propiedades de los sistemas cuánticos es la superposición. El espín de un átomo apuntará simultáneamente arriba o abajo o la polarización de un fotón podrá ser vertical u horizontal. Solo la observación del sistema permitirá conocer, con una cierta probabilidad, el estado.

Los qubits

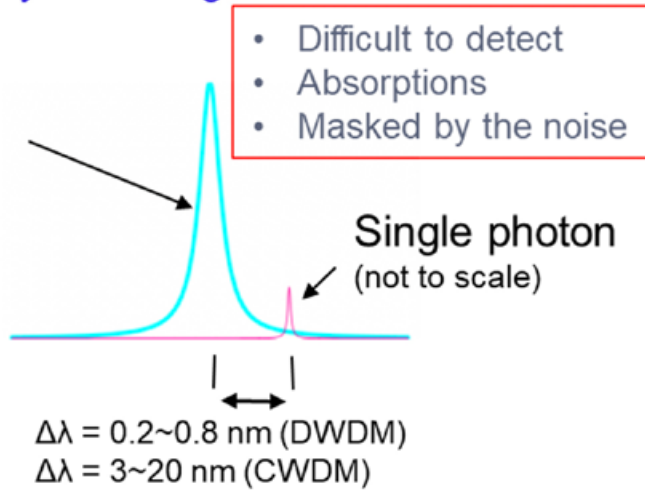
Los bits son los elementos básicos de la teoría clásica de la información¹, pudiendo tomar dos valores distintos: 0 y 1. La teoría cuántica de la información usa qubits o bits cuánticos.

Un qubit es un vector que representa un estado, cuyo significado depende de la realización física que soporte el procesamiento cuántico de la información. Puede ser el espín de un átomo o la polarización de un fotón. Por ejemplo, $|0\rangle$ puede corresponder a un fotón polarizado verticalmente o un espín hacia arriba; $|1\rangle$ puede corresponder a un fotón polarizado horizontalmente o a un espín hacia abajo.

La superposición de un estado genérico se describe con la expresión $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$. Estos dos números (α y β) indican que, al observar el objeto, se encontrará

Un qubit es un vector que representa un estado, cuyo significado depende de la realización física que soporte el procesamiento cuántico de la información

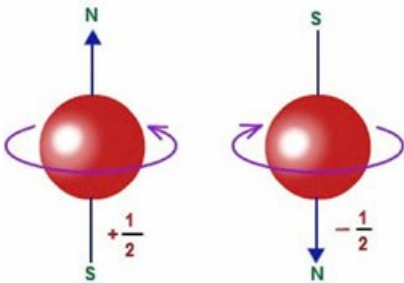
Extremely weak signals.



El problema de la señal cuántica.
Fuente: autor.

con más o menos probabilidad uno de los estados base, por ejemplo, apuntando arriba o abajo. Esto es generalizable a muchos qubits:

$|01000010001111100011\rangle$
 $|01111110101100000110\rangle$



llevando a un número exponencial de configuraciones a partir de múltiples estados simultáneos, 2^N (N, número de qubits). Esto es la base del paralelismo cuántico, responsable de la potencia de cálculo en los computadores cuánticos. Es equivalente a tener un número muy grande de ordenadores haciendo operaciones a la vez.

Situación actual

Los primeros prototipos ya tienen alguna capacidad adicional a los siste-

mas clásicos, pero todavía están lejos de lo que deseáramos. El reto es que su construcción requiere unas condiciones especiales, como temperaturas muy bajas o vacíos extremos, y que no interaccionen prácticamente con nada. Esto hace difícil extraer todos los beneficios potenciales, algo equivalente a los primeros ordenadores de hace 80 años, limitados a cálculos concretos y que ocupaban plantas enteras.

El problema fundamental son los errores. La observación de los qubits destruye la superposición, no solo durante el proceso de cálculo, sino cuando hay interacciones con cualquier otro objeto. Si no se aíslan, los bits cuánticos se van borrando, produciendo errores que se hacen más evidentes conforme avanza un cálculo.

Hay dos opciones. La primera es aprender a vivir con estos errores. Son los ordenadores ruidosos o NISQ (*Noisy intermediate-scale quantum*)². La otra opción es corregir los errores. Se usan más bits cuánticos y cuando se producen errores estos se van corrigiendo. Son los ordenadores escalables. Ahora estamos en la era NISQ y se espera entrar en la era escalable a partir de 2030.

El progreso tecnológico ha sido continuo: el primer prototipo viable data de 1996. En 2012 la industria entró en el campo y en 2019 hubo un experimento que demostró la ventaja de un ordenador cuántico NISQ sobre un superordenador. Con los ordenadores escalables podremos disfrutar de todas las capacidades esperadas. Entre ellas hay una amenaza, que es la ruptura de los métodos de encriptado actuales, lo que ha acelerado el desarrollo de nuevos algoritmos y de las propias comunicaciones cuánticas.

Aplicaciones

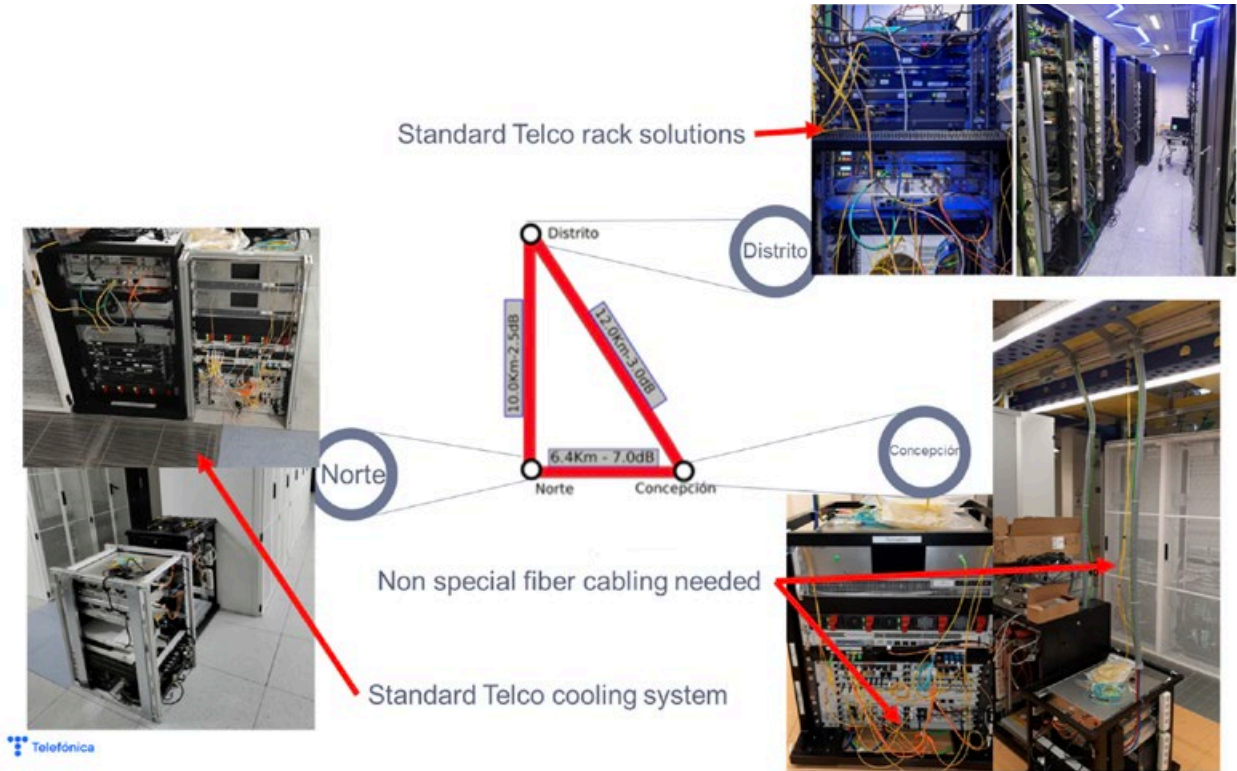
Hay aplicaciones en las que los ordenadores NISQ pueden ser más eficientes que un ordenador clásico, por velocidad o porque estudien sistemas (materiales, reacciones, ...) en que las propiedades cuánticas son parte esencial de su comportamiento y no sea viable estudiarlo con ordenadores clásicos.

En otros problemas habrá que esperar a ordenadores escalables. A largo plazo, los ordenadores cuánticos ofrecerán nuevas posibilidades y, como en toda revolución tecnológica, aparecerán aplicaciones imposibles de predecir hoy en día.

Comunicaciones cuánticas y seguridad de la información

Las comunicaciones cuánticas son el conjunto de tecnologías que se apoyan en las leyes de la física cuántica para la transmisión de información. Algunos ingredientes básicos ya están disponibles tecnológicamente en sus primeras etapas. Son los canales cuánticos, los emisores y detectores y la capacidad de preparar y analizar los estados representados por los Qubits. Otros elementos clave, como capacidades de procesamiento y memorias cuánticas, están todavía en desarrollo.

Con estos primeros ingredientes, surge como aplicación práctica la criptografía cuántica, conocida como QKD (*Quantum Key Distribution*), que garantiza la seguridad del intercambio de claves gracias al principio cuántico de no-clonación.



Instalaciones de nodos QKD en planta de Telefónica.
Fuente: autor.

Bases de la criptografía cuántica

La QKD permite el intercambio seguro de claves transmitidas mediante Qubits en un canal cuántico. Estas claves se usan para encriptar una comunicación clásica usando protocolos conocidos. Otro componente habitual es el QRNG (*Quantum Random Number Generator*), que permite obtener números verdaderamente aleatorios para la generación de las claves.

QKD es el único medio de distribución de clave simétrica matemáticamente seguro, ya que asume que el atacante puede acceder a los canales de intercambio. Es resistente a cualquier ataque computacional, sea clásico o cuántico, a diferencia de los métodos tradicionales de encriptación o las nuevas soluciones de criptografía post-cuántica.

La criptografía cuántica, conocida como QKD, garantiza la seguridad del intercambio de claves gracias al principio cuántico de no-clonación

Los componentes de un sistema de QKD son un transmisor y un receptor de Qubits en los extremos de la comunicación, un canal cuántico y un canal público autenticado entre dichos extremos.

Tecnologías actuales y aplicaciones

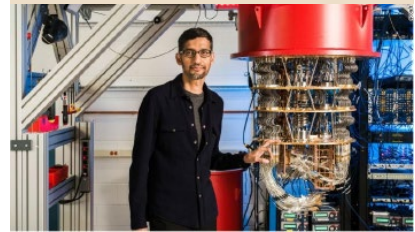
Los elementos que determinan las capacidades del sistema QKD son los medios de transmisión y los límites tecnológicos. Los medios de transmisión más habituales son los enlaces de satélite, que alcanzan grandes distancias (>1000 km), con alto coste de la infraestructura, y la fibra óptica, con un alcance menor (<100 km), pero bajo coste de infraestructura.

Las limitaciones tecnológicas se deben a que no se pueden usar componentes activos, ya que modifican las señales destruyendo el

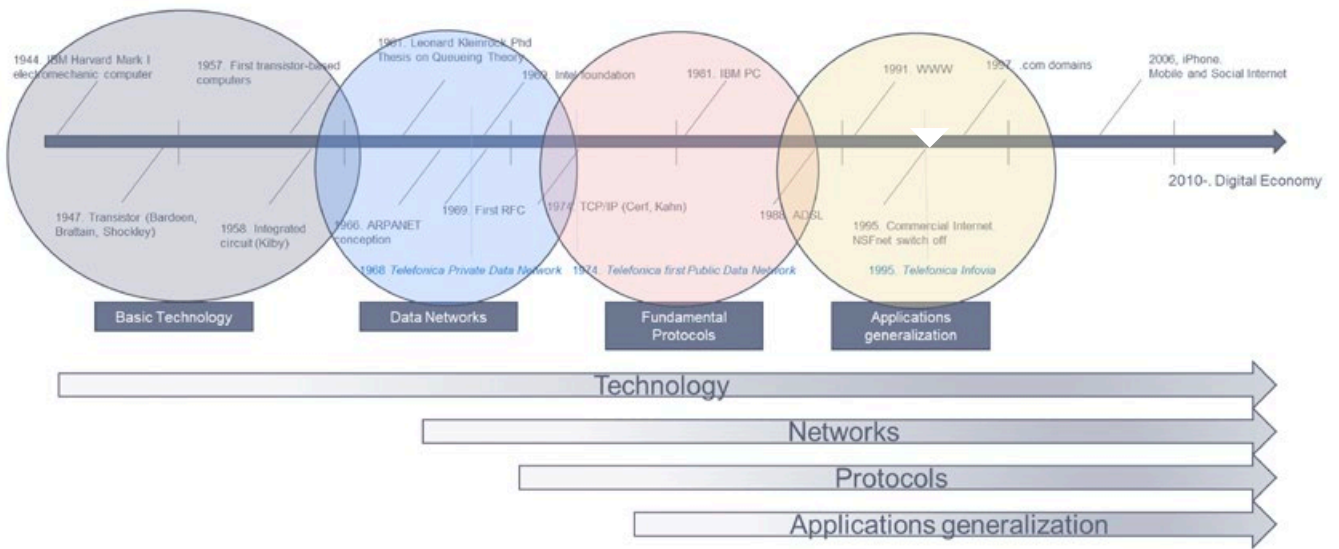
canal cuántico, y a que las señales cuánticas son extremadamente débiles frente al ruido y al resto de señales presentes. Todo esto es-

La supremacía cuántica

En 2019, John Martinis³, de Google, publicó que un ordenador cuántico basado en el procesador Sycamore de 53 Qubits había sido capaz de realizar en unos 3 minutos una tarea que en un ordenador clásico tardaría más de 10.000 años.



Fuente: Google.



El camino hacia una internet cuántica.
Fuente: autor.

tablece un límite a la distancia máxima que los sistemas QKD pueden alcanzar.

Las tecnologías actuales son las tecnologías DV-QKD o de variable discreta (madura, con mayores alcances, pero con componentes optoelectrónicos especiales y medios de transmisión dedicados) y CV-QKD o de variable continua (emergente, con optoelectrónica estándar y sin medios dedicados).

Las soluciones QKD ya están disponibles comercialmente sobre variable discreta, pero su ámbito de aplicación es limitado. La generalización vendrá de su adopción por los operadores de telecomunicaciones, con soluciones estándares, compatibles con las redes actuales (variable continua), automatizadas e integrables con facilidad en la operación de la red.

Las aplicaciones iniciales serán la seguridad en los servicios de empresa y

la protección interna en la red del operador, y se usarán en combinación con cualquier otra técnica criptográfica.

Hacia una internet cuántica

La internet cuántica no sustituirá a la actual: añadirá capacidades de comunicaciones cuánticas. Necesitará canales cuánticos que soporten la transmisión de qubits, repetidores cuánticos (similares a los *routers* actuales) y un mayor número y variedad de terminales cuánticos conectados a la red.

El camino probablemente será similar al recorrido por la internet actual. Desde el momento en que empezaron a usarse los ordenadores surgió la necesidad de conectarlos entre sí. El avance tecnológico ha impulsado los terminales, la evolución de las redes y sus protocolos y, por último, ha favorecido la explosión de todo tipo de aplicaciones. ▴

Una oportunidad: el ecosistema de innovación en España

Europa ha estado activa en los últimos años en tecnologías cuánticas, si bien sigue por detrás de EE.UU. o China. Programas actuales como Quantum Flagship y EuroQCI están impulsando fuertemente el ecosistema europeo.

En España, hay grupos de investigación y empresas activos en este campo (Telefónica tiene desde 2018⁴ una infraestructura QKD sobre su red), bajo el ecosistema de I+D europeo, y entramos en la fase de *startups* (LuxQuanta en CV-QKD o QUSIDE en QRNG). Recientemente se han lanzado dos iniciativas nacionales financiadas con fondos europeos en computación y comunicaciones cuánticas, lideradas por el Centro de Supercomputación de Barcelona y la UPM, respectivamente.

Debemos aprovechar este impulso y tener un papel destacado en esta disrupción tecnológica.

NOTAS

¹ Shannon, Claude (1948). 'A mathematical theory of communication'. Bell System Technical Journal 27.
² 'Quantum Computing in the NISQ era and beyond', Quantum 2, 79 (2018), John Preskill; <https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.00862>
³ 'Quantum supremacy using a programmable superconducting processor', Nature, 574.
⁴ 'The Engineering of a SDN Quantum Key Distribution Network', IEEE Comms Mag, July 2029, especial 'The Future of Internet'. DOI: 10.1109/MCOM.2019.1800763; <http://arxiv.org/abs/1907.00174>



Las neurotecnologías **permiten estimular la actividad cerebral en zonas concretas** y obtener información en tiempo real de esa actividad

GONZALO LEÓN. Catedrático emérito. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid.

Neurotecnología

Leer, escribir y mejorar las capacidades del cerebro humano

La rápida convergencia de tecnologías como la microelectrónica, la Inteligencia Artificial o las interfaces hombre-máquina, entre otras, ha posibilitado interactuar de forma invasiva o no invasiva con el cerebro humano. Con ello, la neurotecnología se ha convertido en **una ayuda para personas que sufren enfermedades cognitivas o para mejorar las capacidades de individuos sanos**. Es un ámbito disruptivo en el que la tecnología, la ética y la regulación deberán ir de la mano en beneficio de la sociedad.

La comprensión del cerebro humano, el órgano más complejo de nuestra especie con unos 86.000 millones de neuronas y muchísimas más interconexiones entre ellas, es un ámbito claramente interdisciplinar sometido a una profunda disrupción debido a la convergencia en las últimas dos décadas de múltiples tecnologías que han madurado en poco tiempo (ver figura 1). El uso integrado de estas tecnologías ha permitido, poco a poco, conocer la estructura y funcionamiento del cerebro a varios niveles (desde la estructura y comunicación entre neuronas individuales a los circuitos corticales de decenas de miles de neuronas, y hasta conocer la funcionalidad de regiones cerebrales).

El objetivo a largo plazo de poder 'leer' y 'escribir' información sobre el cerebro, en definitiva, la capacidad de interactuar con nuestra mente, está más cerca... con todos los problemas tecnológicos, regulatorios y éticos asociados.

La mejora de la función cerebral de un ser humano se ha conseguido desde hace años mediante el uso de fármacos químicos que actúan sobre los neurotransmisores cerebrales en el tratamiento de

depresiones, alteraciones del sueño o de la conducta. Actualmente, se dispone de tecnologías, neurotecnologías, que permiten estimular la actividad cerebral en zonas concretas, y obtener información en tiempo real de esa actividad con una precisión impensable hasta hace muy poco tiempo sin recurrir a fármacos que tienen un efecto general sobre el cerebro. Aunque su origen procede de los años sesenta del siglo pasado, ha sido en el presente siglo cuando han experimentado un cambio disruptivo.

La neuroestimulación como forma de interactuar con el cerebro

El término 'neuroestimulación profunda' se refiere, cuando se aplica al cerebro humano (se aplica también a otros animales con cerebros complejos), al uso de un conjunto de técnicas para conocer el estado mental del ser humano y, mediante pulsos eléctricos, magnéticos, ultrasonidos o lumínicos emitidos a diferentes frecuencias, alterar funciones cognitivas con objetivos médicos (p.ej. reducir temblores o dolores) o para la mejora de prestaciones cognitivas (p.ej. mejorando la memoria), actuando en zonas profundas del

cerebro con mayor o menor precisión dependiendo de la técnica empleada.

La base científica para ello deriva de que, bajo condiciones apropiadas de amplitud, polaridad, duración o frecuencia del estímulo, las neuronas reaccionan a los campos eléctricos de una manera muy parecida a su respuesta natural a la señalización neuronal. De esta forma, la información enviada o recibida por el cerebro puede ser controlada (procesada) y guiada para imitar los procesos naturales. Este proceso se puede utilizar para abordar algunos trastornos neuronales como la demencia, el Parkinson, etc. o la mitigación de dolor crónico, pero también para modificar temporal o permanentemente el comportamiento de una persona con fines médicos... o no.

La neuromodulación de una zona del cerebro, para que sea efectiva, implica llegar de forma precisa hasta ella, obtener una señal de la actividad cerebral, procesarla (externamente o con sensores sobre el propio cerebro) y actuar mediante impulsos controlados sobre esa misma zona en función de la información obtenida. El proceso puede ser repetitivo.

Existen muchas técnicas posibles de neuroestimulación para interactuar con el cerebro (BCI, *Brain Computer Interfaces*): desde las que requieren implantar elec-

Todavía existe una clara ventaja en términos de rendimiento de los implantes quirúrgicos con respecto a las soluciones no invasivas



Figura 1. Convergencia tecnológica alrededor del cerebro humano. Fuente: adaptada de www.sos-ch-dk-2-exp-io.

trodos en el interior del cerebro, a las que recogen información de la actividad cerebral y su estimulación mediante electrodos externos ‘próximos’ al cerebro. La figura 2 describe esquemáticamente la evolución de las tecnologías de interacción con el cerebro. El eje vertical las posiciona en términos de ‘prestaciones’ relativas a la ‘resolución espaciotemporal’ que se puede conseguir (es decir, la capacidad de estimular zonas próximas de manera diferente, o mediante impulsos cercanos en el tiempo), mientras que el eje horizontal lo hace en términos de ‘invasividad’ sobre el cuerpo humano.

En función de ello, se han establecido tres grandes grupos:

1. Altas prestaciones y alta invasividad, como los implantes neuronales quirúrgicos.
2. Medias prestaciones y media invasividad, como las técnicas de foto neuroestimulación, estimulación magnética o eléctrica.
3. Bajas prestaciones e invasividad, como los múltiples dispositivos ‘ponibles’ (*wearables*) que se han empezado a comercializar en los últimos años: cascos, diademas, etc.

Como se muestra en la figura 2, todavía existe una clara ventaja en términos de rendimiento de los implantes quirúrgicos con respecto a las soluciones no invasivas (portátiles). Como término medio, las

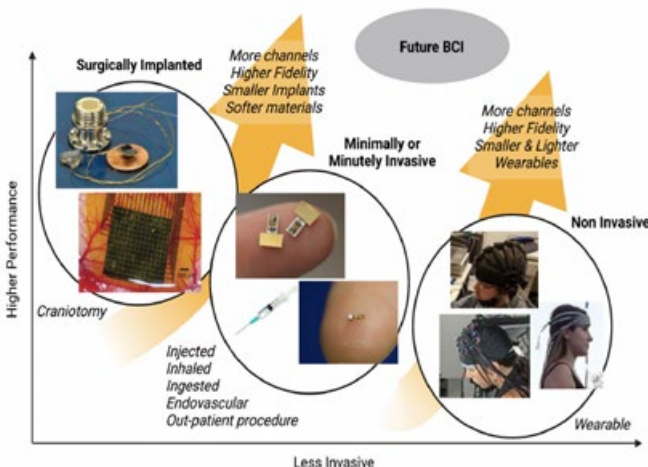


Figura 2. Comparación de técnicas de neuroestimulación en relación con las prestaciones y la invasividad. Fuente: Gaudry et al., 2015.

¿Para cuándo el ensayo con humanos?

La generación de un nuevo tipo de implantes cerebrales capaces de conectar con más de mil neuronas individualmente, como el desarrollado por la empresa Neuralink, se ha ensayado en animales. Su uso en experimentos con humanos se ha aprobado recientemente (los ensayos empezarán a finales de este año) aunque, probablemente, tardará en aplicarse rutinariamente porque hay que resolver problemas derivados de la reacción del tejido neuronal a un cuerpo extraño. Otros, menos disruptivos, empleando los vasos sanguíneos cerebrales para colocar una prótesis cerebral como el de la empresa Synchron, ya habían recibido autorización para realizar ensayos con humanos, y se están evaluando los resultados.

técnicas mínimamente invasivas (p.ej. inyectadas, inhaladas, ingeridas, endovasculares) proporcionan una nueva gama de soluciones con un rendimiento que se acerca a las técnicas invasivas y que presentan menores problemas en su aprobación y uso. Probablemente, todas ellas continuarán su evolución acelerada durante esta década.

De señal cerebral a texto legible

La figura 3 presenta un esquema conceptual de una interfaz que permite convertir la señal cerebral en un texto legible por un observador humano. Véase cómo la señal procedente de un electrodo cerebral se registra para extraer características relevantes (p.ej. amplitudes medias en dos ventanas de tiempo). Dada una distribución de características tomada de señales anteriores, se puede procesar la señal grabada y traducirse en un comando que una persona puede interpretar (en la figura, la letra A).

Los continuos avances en el diseño de electrodos y baterías, la disponibilidad de

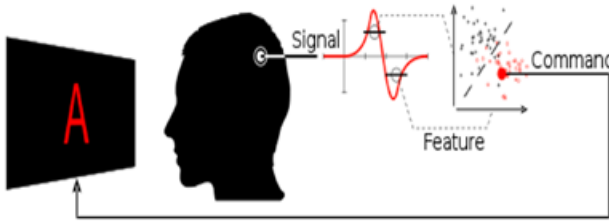


Figura 3. Concepto de interfaz cerebro-texto. Fuente: Wikimedia.

mejores modelos de análisis de la actividad cerebral en base al mejor conocimiento de la estructura y dinámica cerebral, la estimulación cerebral en circuito cerrado (leer-procesar-actuar) y la emergencia de nuevas tecnologías de detección de la actividad cerebral (más localizada y en áreas más profundas) mejorarán la eficacia de la estimulación profunda no invasiva que, actualmente, tiene muchas limitaciones de precisión frente al uso de las técnicas de estimulación invasivas.

Convergencia tecnológica

Además, la convergencia tecnológica de las interfaces cerebro-computador con la Inteligencia Artificial y la nanotecnología son relevantes. En el primer caso, debe recordarse que no todo el proceso consiste en registrar información cerebral: después hay que procesarla inteligentemente. La incorporación de módulos de Inteligencia Artificial proporcionará un mejor análisis de los datos cerebrales capturados y la posibilidad de compararlos con otros, y permitirá la neuromodulación inteligente en bucle cerrado estimulando en tiempo real en función del análisis de los datos obtenidos. Ello ha permitido capturar datos cerebrales que permiten ‘leer’ o correlacionar estados mentales, experiencias visuales o incluso sueños con un grado de precisión y resolución mayor, incluso cuando las tasas de adopción futura de estas tecnologías sean inciertas.

Por otro lado, la convergencia de las interfaces cerebrales y la nanotecnología permitirá diseñar implantes miniaturizados con nuevos materiales biocompati-

bles para técnicas invasivas capaces de conectar directamente con un número creciente de neuronas individuales, como algunas empresas ya han empezado a ensayar en animales (véase en la figura 4 la imagen de un experimento de la empresa Neuralink con un implante cerebral que permite a un mono jugar al ‘Pong’ en un ordenador solo con su mente).

Mejora de capacidades cognitivas

La neurotecnología puede también asociarse con la mejora de capacidades cognitivas (p.ej. la mejora de la memoria, la capacidad de aprendizaje o la resistencia al sueño con estado de alerta incrementado) potenciadas por los avances científicos basados en el mejor conocimiento estructural del cerebro humano y de la dinámica de la función cerebral. Sus usos pueden ser tanto civiles como militares, como corresponden a una tecnología dual.

Su uso en el ámbito militar, aplicado a personas sanas, puede estar ligada a objetivos similares a los civiles de mejora del estado anímico, atención, mejora de la memoria a corto o largo plazo, mantenimiento de un comportamiento estable ante situaciones de estrés, manejo de objetos con la mente (p.ej. pilotaje mental de drones), etc., así como a permitir la detección temprana de estados de consciencia atenuados para reducir riesgos. Algunas agencias de investigación de Defensa como DARPA (Estados Unidos) han iniciado programas específicos¹. En la figura 5 se ve un ejemplo de una persona controlando

Proyecto Human Brain

El proyecto Human Brain, financiado por la Comisión Europea y múltiples países desde 2013, ha elaborado un ‘atlas digital del cerebro humano’ por el que es posible ‘navegar’ a diferentes zonas cerebrales y obtener información (imágenes, datos, vídeos) ya existente a diferentes niveles de detalle, con aplicaciones para investigación y en la planificación de operaciones de neurocirugía de varias enfermedades como la epilepsia.

un dron con la mente mediante un sensor (diadema) externo desarrollado por la empresa Ultra Electronics.

Un paso más hacia la biología sintética inteligente (BSI) se está produciendo con avances disruptivos en la integración de neuronas con circuitos nanoelectrónicos, mejorando las capacidades de los dos enfoques empleados independientemente. Como ejemplo de avances obtenidos, el anuncio realizado por la empresa australiana Cortical Labs² del desarrollo del sistema *DishBrain* (Kagan et al., 2022)³ supone la adaptación de la computación a neuronas en un entorno *ad hoc*. Las neuronas son capaces de evolucionar en un sustrato de materiales semiconductores. La tecnología emergente de la neuro-nanoelectrónica se está desarrollando con fuerza, aunque aún falte

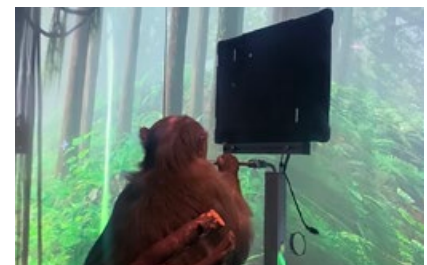


Figura 4. Imagen de un mono jugando en el ordenador al ‘Pong’ con un implante cerebral de Neuralink. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=2rXrGH52aoM>.

Las neuronas son capaces de evolucionar en un sustrato de materiales semiconductores

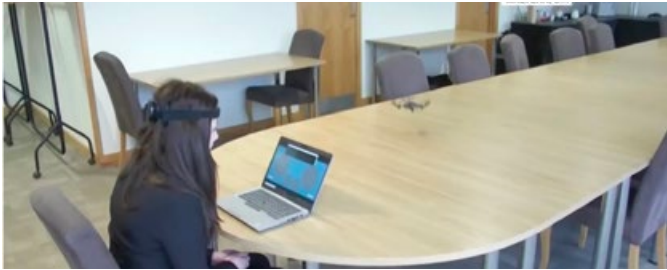


Figura 5. Control de un dron con la mente mediante una interfaz no invasiva.
Fuente: <https://uavcoach.com/mind-control-drone/>

tiempo para que se autorice su uso, llegue al mercado y pueda emplearse en aplicaciones médicas.

Gemelo digital

En una línea de trabajo adicional se ha comenzado a trabajar en la creación de un gemelo digital personalizado de alta fidelidad del cerebro de una persona (en realidad, únicamente de parte de él), recibiendo constantemente nueva información del mundo real para adaptarse inmediatamente a su entorno. Se trata de un enfoque prometedor para la neurorrehabilitación funcional al poder experimentar sobre determinadas terapias y conocer la actividad y plasticidad del cerebro para un tratamiento individualizado.

La complejidad del cerebro vivo, la accesibilidad limitada para medir la actividad cerebral y nuestra comprensión incompleta de los procesos cerebrales hacen que la realización del

enfoque de gemelos digitales sea difícil de llevar hasta sus últimas consecuencias. Su utilización en la práctica con impactos médicos requerirá nuevos desarrollos técnicos disruptivos (por ejemplo, inmersión ecológica de ese cerebro gemelo en entornos simulados, gran ancho de banda, interfaces cerebro-máquina estables, potencia computacional muy alta) que aún no existen (al menos de forma completa), pero que sí se han logrado en órganos menos complejos como el corazón.

Modificación genética

En otra dirección de investigación complementaria, desde hace años se está analizando la relación entre las capacidades cognitivas y la estructura del genoma de una persona. Recientemente, la maduración de las técnicas de modificación genética (p.ej. CRISPR) se ha empleado en conseguir alterar la función cerebral de forma permanente en

animales⁴. Esta otra ‘convergencia tecnológica’ de la neurotecnología con el ámbito de la denominada biología sintética nos conducirá a un nuevo punto de inflexión al final de esta década con consecuencias aún no totalmente conocidas.

Regulación, ética y aceptación

Todas estas técnicas empiezan a conseguir resultados esperanzadores, aunque el marco regulatorio y las directrices éticas estén todavía poco definidas, con lo que su incorporación al uso médico será paulatina. Su uso en individuos sanos dependerá no solo de la regulación, sino también de la aceptación social que consigan.

Como la mayor parte de los desarrollos tecnológicos, no está exento de riesgos. Con la neurotecnología surge un nuevo tipo de riesgo potencial procedente de la interacción externa en dispositivos de neuroestimulación con objetivos no aceptados o conocidos previamente, lo que obligará a desarrollar una regulación inteligente. A modo de ejemplo, ¿qué pasaría si este tipo de sistemas fuera interceptado de manera no controlada por personas no autorizadas (*hacking* de información cerebral)? O, en otras palabras, ¿qué pasaría si los sofisticados sistemas de neurotecnología fueran controlados por personas o instituciones externas sin el permiso explícito de la persona que los lleve? Encontrar el equilibrio entre el principio de precaución y permitir la innovación no es sencillo.

En definitiva, nos encontramos ante una tecnología disruptiva con enormes beneficios potenciales que exige adoptar visiones multidisciplinares con la participación de médicos, psicólogos, informáticos o Ingenieros de Telecomunicación, entre otros. Para ello también será necesario ampliar el marco formativo de referencia y adoptar una actitud proactiva para anticipar los conocimientos necesarios y el papel que los futuros Ingenieros de Telecomunicación pueden desempeñar en la sociedad. ▴

Se ha comenzado a trabajar en la creación de un gemelo digital personalizado de alta fidelidad del cerebro de una persona

NOTAS

¹ <https://www.darpa.mil/program/targeted-neuroplasticity-training>

² <https://corticallabs.com/>

³ Kagan, B. J., Kitchen A. C., Tran, N. T. Parker, B. J., Bhat, A., Rollo, B., Razi, A. and Friston. K. J., (2022). In vitro neurons learn and exhibit sentience when embodied in a simulated game-world, *Neuron*. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2022.09.001>

⁴ El gen MCPH1 (responsable del tamaño del cerebro) ha sido introducido en macacos y los autores reportaron un cierto aumento de las capacidades mentales de los monos genéticamente transformados. <https://theconversation.com/seria-posible-mejorar-las-capacidades-cognitivas-de-los-chimpances-189743>

⁵ Gaudry, K., Ayaz, H., Bedows, A., Celnik, P., Eagleman, D., Grover, P., Illes, J., Rao, R., Robinson, J.T., Thyagarajan, K., (2021). Projections and the potential societal impact of the future of neurotechnologies. *Frontiers in neuroscience*. 15 November 2021. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.658930>



2023

CURSOS COIT

Para los meses de **septiembre, octubre y noviembre de 2023**, están previstas las siguientes actividades formativas promovidas desde Servicios Generales:

Toda la información disponible en el apartado de FORMACIÓN de la web del COIT: www.coit.es

SEPTIEMBRE

CURSO VIRTUAL CLASS SOBRE LA TECNOLOGÍA 5G

CURSO ON-LINE DE INTRODUCCIÓN AL HACKING ÉTICO

CURSO ON-LINE DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE REDES SEGURAS

OCTUBRE

CURSO ON-LINE DE SD-WAN, VIRTUALIZACIÓN DE RED Y 5G

CURSO ON-LINE SOBRE PYTHON

CURSO TELEPRESENCIAL DE DIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS EN LA MODALIDAD DE AUTOCONSUMO

NOVIEMBRE

CURSO ON-LINE DE TELEFONÍA Y ACÚSTICA FORENSE

CURSO ON-LINE DE BIM TELECOMUNICACIONES

CURSO ON-LINE DE COMPRA PÚBLICA DE TECNOLOGÍAS EN LA NUBE

CURSO ON-LINE DE POSTGRE SQL



Colegio Oficial
Ingenieros de
Telecomunicación

Asociación Española
Ingenieros de
Telecomunicación

www.coit.es



Se acerca una **incursión masiva de robots en el mercado**, debido al incremento de su inteligencia y autonomía



JORGINA DÍAZ TORRES. Ingeniera de Telecomunicación. Directora de Desarrollo de Negocio de Robótica en Alisys.

Robótica inteligente Una herramienta al servicio de la sociedad

Nadie mejor que Daniel H. Wilson, doctor en robótica por la universidad Carnegie Mellon y novelista de ciencia ficción de gran éxito, para describir la decepción que durante muchos años ha subyacido en torno a la robótica, una aparentemente eterna promesa de futuro: “A veces una tecnología es tan asombrosa que la imaginación se desboca con ella, a menudo muy, muy lejos de la realidad. Es lo que pasa con los robots. Al principio **se hicieron grandes promesas en robótica, basadas en éxitos preliminares, que finalmente no se cumplieron**”.

Desde ‘¿Sueñan los androides con ovejas electrónicas?’ de Philip K. Dick hasta ‘Yo, Robot’ de Isaac Asimov, innumerables autores han contribuido a fijar en el imaginario colectivo un futuro de oportunidades disruptivas y retos que enfrentar; brillante y tangible, pero siempre por delante de la realidad, incluso muchos decenios después de su concepción.

Definición y evolución

La primera aplicación masiva de la robótica resolvió el problema de ejecutar con precisión y eficiencia tareas repetitivas y homogéneas en espacios específicos, generalmente aislados, sin margen para la improvisación. Esta era dorada de la automatización tuvo un impacto significativo en el desarrollo industrial desde la década de 1950.

El estado del arte ha evolucionado considerablemente desde entonces, y particularmente en la última década. Los robots están cada vez mejor equipados para aprender nuevas habilidades, adaptarse a entornos cambiantes

e impredecibles de forma autónoma y colaborar de manera natural con las personas y con otros robots.

Según un reciente estudio de Gartner, ‘Tecnologías Emergentes: El Futuro de los Dispositivos Autónomos’ (2021), se avecina una incursión masiva de robots en el mercado, debido al incremento de su inteligencia y autonomía. Este proceso se desarrollará en cuatro fases, incorporando la robótica de manera visible en escenarios y usos más cercanos a nuestro día a día.

En un primer momento, los dispositivos autónomos podrán completar objetivos sin necesidad de instrucciones detalladas, evitando obstáculos imprevistos y coexistiendo con los humanos. En la segunda fase, los dispositivos serán totalmente autónomos, interpretando la misión programada y entendiendo sus aspectos críticos, decidiendo la mejor manera de ejecutarla. En la tercera fase, los dispositivos serán proactivos, ejecutando su misión basándose en datos recogidos durante la misma, lo que per-



mitirá que las instrucciones iniciales necesarias sean todavía más generales. Finalmente, en la última fase, tendremos dispositivos colaborativos, donde múltiples robots cooperarán repartíendose las tareas de manera adecuada según las habilidades de cada uno.

Quizás haya llegado el momento de prepararnos para abandonar el dominio de la ciencia ficción, de valorar un cambio real que va a producir una transformación sin precedentes. Los indicios están ahí: desde robots sociales y humanoides hasta robots cuadrúpedos bioinspirados y enjambres de drones, la presencia de la robótica en diversos sectores es cada vez más palpable, apoyada por tecnologías clave, como la Inteligencia Artificial (IA), que están experimentando una evolución exponencial.

Tecnologías que impulsan la robótica inteligente

La convergencia de disciplinas como la Inteligencia Artificial, el Internet de las cosas (IoT), nuevas tecnologías de

conectividad móvil y nuevos modelos de computación están impulsando a la robótica hacia niveles de sofisticación y utilidad sin precedentes.

La Inteligencia Artificial es un componente esencial que permite a los robots adaptar su comportamiento de manera autónoma. A los innumerables avances en visión artificial, interpretación del entorno y control robótico, se ha unido recientemente la publicación de grandes modelos de lenguaje (*Large Language Models, LLMs*) con cualidades emergentes asombrosamente cercanas a las capacidades cognitivas humanas.

Las tecnologías de IoT mejoran la percepción, comunicación y actuación de los robots en diferentes entornos y aplicaciones, permitiendo el acceso a datos de dispositivos conectados a la red y la colaboración en tiempo real.

Las nuevas generaciones de tecnología de comunicaciones móviles (5G, 6G), con cualidades técnicas muy superiores

a las precedentes, permiten conexiones con una gestión precisa de la calidad del servicio, adaptándose dinámicamente a las necesidades de diferentes escenarios de trabajo, industrias y sectores.

Por último, los avances en computación en la nube, en el borde (*edge computing*), o incluso propuestas como el procesamiento hiper-distribuido cerca del borde (*fog computing*) proporcionan a la robótica inteligente mayor rendimiento, flexibilidad y escalabilidad.

Este conjunto de tecnologías dibuja un ciberespacio global, donde la línea entre la realidad física y la virtual es cada vez más borrosa. Este espacio expande de manera inédita las capacidades y el ámbito cognitivo de los servicios robóticos, posibilitando la interacción inteligente en tiempo real con sistemas, equipos humanos y entornos físicos.

Aplicaciones prácticas y casos de uso

La robótica inteligente aún enfrenta desafíos significativos que dificultan identificar casos de uso relevantes, con un valor tangible frente a las soluciones actuales. Hoy en día, la mayoría de los despliegues son prototipos y pruebas de concepto para explorar, junto con el usuario final, la solución de mayor valor a un conjunto de problemas específicos. El mayor reto

La presencia de la robótica en diversos sectores es cada vez más palpable, apoyada por tecnologías clave, como la Inteligencia Artificial



Las tecnologías de IoT mejoran la percepción, comunicación y actuación de los robots en diferentes entornos y aplicaciones

consiste en visualizar el estado de la tecnología a medio plazo y crear nuevos escenarios de uso, hoy inexplorados.

La industria es uno de los sectores donde más rápidamente se están ensayando posibilidades de nueva generación. La robótica inteligente se plantea para tareas que trascienden la fabricación o automatización logística, desde la inspección autónoma para detectar anomalías, hasta la supervisión y vigilancia de instalaciones, documentación y generación de gemelos digitales o prevención de accidentes y riesgos laborales, entre otros.

En el caso de la medicina también se esbozan usos más allá de la mera mejora incremental. Contamos con robots sociales, robots quirúrgicos que ayudan a los cirujanos a realizar intervenciones menos invasivas, robots para rehabilitación o robots encargados de transporte de suministros o monitorización de pacientes.

En educación los robots pueden participar en el aprendizaje de habilidades prácticas, proporcionan asistencia en cla-

se y pueden ser la herramienta perfecta para desplegar un nuevo modelo de enseñanza adaptativa individualizada. Esta capacidad de personalización también puede encontrar aplicaciones de enorme alcance en el ámbito de la administración pública, facilitando la relación de los estamentos y la participación ciudadana.

Dentro de la agricultura, los *agrobots* son capaces de asumir tareas repetitivas y arduas, tales como la siembra, el riego y la cosecha de cultivos, el control minucioso de cambios en el ambiente como la luz o la temperatura, la fumigación, la detección de plagas, el control de maleza, todo ello orientado a aumentar la productividad y reducir los costes de producción del sector.

También en el entorno doméstico se están explorando numerosas aplicaciones. Los robots pueden orientarse al mantenimiento o a la vigilancia del hogar. Los asistentes domésticos pueden ayudar a extender la vida autónoma o facilitar la supervisión clínica de personas con diferentes niveles de dependencia.

En el sector de la seguridad y la defensa, la aplicación de la robótica inteligente adquiere su máxima utilidad en todas aquellas tareas que puedan reducir la exposición a peligros o riesgos innecesarios, tales como la búsqueda y rescate de víctimas en zonas de desastre, desminado y desactivación de explosivos, gestión de incendios, reconocimiento de escenarios peligrosos, vigilancia de infraestructuras o inspección de edificios al borde del colapso.

A modo de conclusión

Asistimos a un momento único en el que la robótica inteligente se ha convertido en una oportunidad que permitirá impulsar la creación de un nuevo futuro y redefinirá nuestra sociedad en múltiples aspectos. A pesar de los desafíos y las preocupaciones legítimas sobre el impacto en el empleo, la ética y la privacidad, no podemos ignorar su enorme potencial para impulsar el progreso, mejorar nuestra calidad de vida y enfrentar desafíos a nivel global, muy difíciles de resolver con las tecnologías más tradicionales. Es indiscutible que la robótica inteligente ha llegado para quedarse y jugará un papel cada vez más relevante en un futuro cercano, pero, para su progreso y aceptación, es esencial que la sociedad comprenda y participe activamente en este avance. ▀



María González Veracruz

Secretaria de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales

«El salto que ha dado España en términos de conectividad es histórico»

El acceso a banda ancha ultrarrápida en municipios rurales pasará del 38% en 2018 al 95% en 2024, cuando se completen las acciones que ya están en marcha. La evolución es significativa también en la tecnología móvil. Y se han entregado 230.000 bonos del Kit Digital que facilita que las pymes lleven a cabo la transformación digital.

Todo ello para acabar de cerrar la brecha digital, uno de los objetivos fundamentales de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales que encabeza María González Veracruz. Con ella hemos conversado también sobre la complejidad burocrática que en ocasiones puede lastrar al sector y la necesidad de colaboración entre todos los agentes públicos y privados implicados.

El sector dispone de un marco regulatorio que dota de certidumbre jurídica a los agentes dispuestos a invertir, al mismo tiempo que enfatiza los derechos de los usuarios. Pero, como todo marco legal, necesita de tiempo para su desarrollo reglamentario. ¿Qué disposiciones reglamentarias serían las más prioritarias a abordar y en qué plazos crees que se podrían materializar?

Estamos trabajando en el desarrollo reglamentario de las tres leyes que han permitido adaptar nuestra legislación a las nuevas realidades en las que se mueve la industria; son fundamentales para que el sector siga creciendo. Su aprobación en 2022 fue crucial y quiero recordar el amplio apoyo que,

por ejemplo, recibió la Ley General de Telecomunicaciones en su tramitación parlamentaria con 270 a favor.

En este ámbito, acabamos de publicar la orden que modifica el CNAF, con cambios históricos y de gran importancia para el sector. Una labor que hemos desarrollado desde la SETID toda la legislatura, trabajando estrechamente con el sector y apoyándolo para tener más músculo. También estamos avanzando en el desarrollo normativo para adaptar las condiciones del servicio universal a la nueva legislación. Y, próximamente, presentaremos en audiencia pública la propuesta de regulación para el desarrollo normativo de la obligación de financiación de obra europea, reco-

gida en la Ley General de Comunicación Audiovisual. Seguimos dando pasos para aprobar el reglamento que establece la organización y funcionamiento del Registro estatal de prestadores del servicio de comunicación audiovisual. Y el resto de reglamentos por supuesto seguirá su desarrollo paso a paso.

La denominada ‘contribución justa’, es decir, que las OTT (Google, Facebook, Amazon...) aporten y colaboren en el mantenimiento y actualización de las redes de telecomunicación, es un debate que se está dando en toda Europa (también en EE.UU.). La UE ha planteado una encuesta para conocer el posicionamiento de los actores implicados sobre el futuro de las infraestructuras de telecomunicaciones que incluyen algunas preguntas respecto a este tema. ¿Cuál es la visión que se tiene desde la SETID?

España, a través del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, ha participado en esa consulta de la Comisión Europea porque el debate sobre el futuro de la conectividad y el



El debate sobre el futuro de la conectividad y el sector de las telecomunicaciones en la UE es crucial



“

Desde 2018 hemos invertido casi 1.000 millones de euros en ayudas públicas para que toda la ciudadanía tenga acceso a las redes en igualdad de condiciones y vivan donde vivan

sector de las telecomunicaciones en la UE es crucial. Es imprescindible hacer esa reflexión a fondo entre los Estados Miembros para que podamos poner en marcha iniciativas que refuercen la rentabilidad de las redes de comunicaciones electrónicas sin poner en peligro la competitividad y rentabilidad de otros sectores. Por otro lado, en España ya se han empezado a adoptar algunas medidas como las recogidas en la Gigabit Infrastructure Act (GIA) que se dirigen a reducir los costes en el despliegue de las redes de muy altas capacidades, por lo que en este aspecto podemos decir, sin lugar a dudas, que estamos avanzados.

Unas de las competencias bajo tu responsabilidad que más impacto pueden tener son las relativas al plan de conectividad y el despliegue 5G. Con la presencia de los Fondos Next Generation UE se han lanzado varias iniciativas UNICO para desplegar redes de banda ancha y tratar de eliminar la brecha digital, con especial énfasis en las zonas rurales. ¿Qué grado de implantación están teniendo?

El salto que ha dado España en términos de conectividad es histórico. Solo hay que ver cómo estábamos en 2018 y dónde estamos hoy, cerrando la brecha digital entre zonas urbanas y rurales *de facto* con la puesta en marcha del programa de ayudas UNICO

Demanda Rural que está operativo desde esta semana. Estas subvenciones, concedidas en concurrencia competitiva a Hispasat, permiten llevar acceso a redes de alta velocidad vía satélite allí donde no hay cobertura a 50 Mbps y, por tanto, cerrar el *gap*. Y a un precio asequible porque está fijado en 35 euros al mes por usuario.

Este programa discurre en paralelo a la extensión de la banda ancha ultra rápida en España, que se ha acelerado con los fondos europeos Next Generation EU y el Plan de Recuperación. Desde 2018 hemos invertido casi 1.000 millones de euros en ayudas públicas para que toda la ciudadanía tenga acceso a las redes –en igualdad de condiciones– vivan donde vivan. Con los programas que están en ejecución, la prospectiva es que casi el 96% de la población tendrá acceso a redes de fibra óptica, de al menos 100 Mbps en 2024; en las zonas rurales, el porcentaje será de casi el 90%.

Estas cifras reflejan el trabajo ímprobo que se ha hecho desde la Secretaría de Estado para que la conectividad llegue a las zonas rurales en estos últimos años. Desde 2018, el acceso a banda ancha ultra rápida en municipios rurales ha aumentado 50 puntos, pasando de una cobertura del 38% al 95% que estimamos para 2024 cuando se ejecuten los programas en activo.

Estos datos confirman la espectacular evolución de la conectividad en redes fijas, que también se está produciendo en la tecnología móvil. La Comisión Europea acaba de dar luz verde a las ayudas UNICO 5G Redes Activas, un programa pionero en la UE para dotar de equipamiento e infraestructuras 5G a poblaciones de menos de 10.000 habitantes. Una muestra de que seguimos apostando por las zonas rurales. Prevemos una primera convocatoria de en torno a 500 millones de euros, a la que se suma el programa UNICO Backhaul.

Desplegar una red de banda ancha es aun así un proceso complejo.



Lo que estamos consiguiendo con la colaboración público-privada y la implicación de distintas administraciones es una verdadera revolución digital

¿Se está pensando en cómo agilizar estos procedimientos y adaptarlos para mejorar los plazos y ser eficientes en la respuesta?

Desde que soy secretaria de Estado, he estado recorriendo el territorio para conocer de primera mano cómo se está realizando el despliegue, cuáles son las dificultades (se repiten muchas veces) y procurar una metodología que agilice el proceso todo lo posible. Las Jefaturas Provinciales de Inspección Técnica son fundamentales para que la información fluya entre las partes y el despliegue se lleve a cabo en tiempo y forma. Quiero valorar como imprescindible la labor que desempeñan estas unidades, pegadas al territorio, que están implicándose para solucionar los escollos que surgen para conectar todos los rincones. Ese es nuestro objetivo y, como decía, nuestra estimación es que en 2024 habremos alcanzado el 96% de cobertura en España.

Lo que estamos consiguiendo con la colaboración público-privada y la implicación de distintas administraciones es una verdadera revolución digital.

La complejidad burocrática es, en general y según algunas opiniones del sector, un lastre importante para el desarrollo de las políticas de digitalización. ¿Cuál es vuestra percepción?

España ya es digital; no es una frase hecha o un *claim* publicitario. Lo he visto en Sotillo del Rincón (Soria), en Cabaña de Yepes (Toledo), en Abarán (Murcia), entre otras. Allí donde estamos llevando la conectividad de banda

ancha ultrarrápida las oportunidades de la ciudadanía para estudiar, montar negocios, teletrabajar se multiplican. Las políticas que estamos implementando están transformando digitalmente el país y llegando a muchas zonas rurales –tenemos identificadas más de 6.000 municipios–. Como secretaria de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales puedo decir que el acceso a los fondos Next Generation EU está llegando a los operadores, a las universidades y empresas que desarrollan proyectos de I+D 6G y también a pymes del sector audiovisual. Además, me consta que desde la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial se han entregado más de 230.000 bonos del Kit Digital para que las pymes, que son el núcleo del tejido empresarial español, lleven a cabo la transformación digital y seguimos resolviendo solicitudes, ayudando por diferentes vías a quienes tienen más dificultades para acceder a estas ayudas.

El proceso de coordinación entre administraciones para el despliegue ágil de las redes de telecomunicaciones es clave. La LGTel establece en una de sus disposiciones adicionales la creación de una Comisión Interministerial. Se ha abierto una consulta pública al respecto. ¿Qué plazos y recursos se prevén para su puesta en marcha? Efectivamente, la coordinación entre administraciones es clave. Por eso la LGTel de 2022 incorpora mecanismos de colaboración como la Comisión Interministerial. De cara a su creación,

ya se han efectuado algunos trámites, aunque quedan algunos adicionales que vamos a ir resolviendo a lo largo de 2023. Afortunadamente, hay unanimidad en torno a la relevancia que va a tener la Comisión Interministerial por lo que creo que culminaremos el proceso para su creación. Y al margen de esa Comisión Interministerial, con los organismos más relevantes para el despliegue como cuencas hidrográficas y Dirección General de Carreteras, tenemos ya funcionando grupos de trabajo para agilizar los despliegues.

En esta línea, el COIT viene detectando la necesidad de formación e información sobre la LGTel y el marco técnico y regulatorio de las telecomunicaciones, habiendo colaborado con algunas administraciones autonómicas y provinciales y con la Federación Española de Municipios y Provincias. ¿Se van a tomar medidas desde la SETID al respecto?

Junto a la puesta en marcha de la Comisión Interministerial, que incluye actuaciones para divulgar y formar a las Administraciones Públicas, seguimos trabajando en distintas medidas para mejorar el conocimiento y formación sobre la ley. En 2022 ya se impartió un curso sobre reglamentación urbanística y telecomunicaciones para funcionarios de municipios de menos de 1.000 habitantes que tuvo buena acogida. Estamos preparando una nueva edición, con contenidos actualizados, en el que podrán participar las entidades de pequeño tamaño que lo soliciten en el segundo semestre. Recientemente, organizamos un curso

orientado a la aplicación de la LGTel en el ámbito de las Administraciones Públicas en el Principado de Asturias y que puede replicarse en otras comunidades. Somos conscientes de que el fomento de la formación entre los técnicos, especialmente en las entidades locales, contribuye a impulsar el despliegue de redes públicas de comunicaciones electrónicas.

El despliegue de las tecnologías radio (en estos momentos, el 5G) puede encontrar cierta resistencia ciudadana por la creencia de que puede tener un efecto negativo en la salud. En España se constituyó hace más de 10 años el CCARS, comité de expertos independientes (del que el COIT es secretaria técnica). ¿Cómo está abordando la SETID los temas de concienciación social y divulgación científica respecto a este tema?

Como licenciada en bioquímica y profesora de física y química, ejerciente hasta llegar a la Secretaría de Estado, siempre he defendido los principios científicos. En esos meses como secretaria de Estado he seguido en la misma dirección. Quiero subrayar la importancia de la labor de divulgación que ha venido realizando el CCARS desde su inicio y que valoramos positivamente. Además, ahora vamos a dar un paso más involucrando al conjunto de las Administraciones Públicas y los agentes de la industria.

En el entorno de los edificios la LGTel mejora el desarrollo de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación (ICT), apuntando a las



tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) y al edificio monitorizado y conectado como conceptos clave. ¿Qué previsiones tiene la SETID para abordar la incorporación de estas nuevas funcionalidades en el actual Reglamento de las ICT?

El Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales, incluido en el Plan de Recuperación y que estamos desplegando a buen ritmo, prevé esas funcionalidades mediante el impulso al desarrollo de nodos IoT de los edificios. Estamos teniendo conversaciones a alto nivel para avanzar en la elaboración del nuevo anexo técnico -derivado de la revisión del reglamento de ICT- que recoja los aspectos relativos a los nodos IoT.

El RD 990/2021, que regula el programa UNICO-edificios va a facilitar que los edificios construidos antes

“

Allí donde estamos llevando la conectividad de banda ancha ultrarrápida las oportunidades para estudiar, montar negocios o teletrabajar se multiplican



de enero del año 2000 puedan disponer de una ICT. ¿Qué resultados hay en estos momentos?

Se está haciendo todo lo posible para obtener resultados positivos, por ejemplo, se van a mejorar las intensidades de ayuda respecto a las de partida.

Frente a otros mercados como el chino o norteamericano, donde hay solo unos pocos y potentes operadores de telecomunicaciones, ¿cómo ve el futuro de la UE, mucho más fragmentado y con muchos más actores? ¿Cree que se conseguirá un verdadero Mercado Único Digital? España ejercerá la presidencia de la UE en el segundo semestre de 2023, ¿está previsto liderar algunas iniciativas a este respecto?

El mercado europeo de telecomunicaciones es muy complicado por su fragmentación. No me cabe duda de

que en el contexto actual de transformación digital y de transformación del sector, es necesario una reflexión profunda para lograr un futuro más sostenible, más próspero y centrado en el ser humano en el seno de la UE. Esto implica repensar las bases sobre las que se debe cimentar la política regulatoria de las comunicaciones electrónicas, procurando que las medidas se simplifiquen. Debemos favorecer un marco donde los operadores compitan libremente promoviendo un mercado sostenible desde el punto de vista financiero e innovador.

La falta de vocaciones tecnológicas en España y en la UE es un tema recurrente, con una proporción muy baja de mujeres entre los profesionales. ¿Qué acciones se están desarrollando para mitigar esta situación?

“

Se han entregado más de 230.000 bonos del Kit Digital para que las pymes lleven a cabo la transformación digital

El Gobierno está trabajando en fomentar las competencias digitales, en general, y en esta Secretaría de Estado estamos poniendo el foco en el fomento de las carreras tecnológicas, en particular. La demanda de ingenieros e ingenieras en el país está creciendo exponencialmente y lo hará más en los próximos años con el PERTE Chip, dirigido a reforzar el ecosistema de microelectrónica y semiconductores, como subraya el Comisionado Especial Jaime Martorell. Para ello, estamos a punto de lanzar el programa de Cátedras empresa-universidad que nace con un presupuesto de 80 millones de euros. También hemos impulsado el desarrollo del talento a través de algunos programas UNICO como el I+D 5G avanzado de 2021, que incluyó una partida para promover los estudios de ingeniería. La campaña de Teleco Renta promovida por las universidades beneficiarias es fruto de ese programa.

En los últimos años, el COIT ha trabajado para afianzar su función como actor de referencia, neutral e independiente, en el sector. ¿Cómo se ve este papel desde la SETID?

La valoración que hacemos desde la Secretaría de Estado de la labor que desempeña el COIT es muy positiva. Trabajamos codo con codo con los equipos del colegio y con su decana-presidente en la difusión de los servicios de la corporación y, especialmente, en fomentar el valor de las Telecomunicaciones y de sus ingenieros e ingenieras desde todos los enfoques. ▴





TENIENTE GENERAL JOSÉ MARÍA MILLÁN MARTÍNEZ.

Director General del Centro de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Secretaría de Estado. Ministerio de Defensa.

¿Cómo está siendo la **transformación digital** del Ministerio de Defensa?

El Ministerio de Defensa se encuentra inmerso en un empeño de transformación digital. Este proceso, generalizado en muchas organizaciones y empresas, consiste en que la tecnología se adhiere al negocio para aportarle un valor imprescindible para que dicha organización prevalezca en un entorno cada vez más competitivo. El departamento de tecnología pasa de ser un 'proveedor' de bienes o servicios, a incorporarse a todos los procesos de negocio para potenciarlos. **Se integra en el negocio como un 'facilitador' transversal y estratégico.** Y el negocio de las Fuerzas Armadas es el combate.

Gracias a la tecnología, el hombre ha transformado la realidad para satisfacer sus necesidades que, como reconocía Ortega, consisten en vivir lo mejor posible. Nuestra época, dominada por la tecnología digital, no escapa a esta regla histórica. La tecnología digital transforma y potencia la acción transformadora de otras tecnologías, gracias a su capacidad de monitorización, la gestión de los datos, la capacidad de cómputo y la proyección estadística hacia el futuro, que permite anticipar acciones sobre los sistemas. El ámbito militar no ha sido extraño a este hecho.

El combate actual es más complejo, más detallado y más rápido. Antes de la irrupción de las TIC, el proceso de la decisión militar estaba sujeto a tres instantes, cada uno con su entorno circunstancial específico. En el primero se obtenía la información y se trasladaba al cuartel general. Aquí se preparaba para dar lugar al segundo instante: la decisión. El tercer momento pertenecía al receptor de la orden, imbuido en un entorno situacional distinto a los dos anteriores. Las condiciones del primer momento podían ser completamente distintas a las del tercero; y cada instante era un presente para sus protagonistas.

La inmediatez que proporciona la tecnología ha reducido el tiempo disponible para la toma de decisiones



Hoy, las TIC han solapado esos tres presentes en uno solo. La inmediatez que proporciona la tecnología ha reducido el tiempo disponible para la toma de decisiones, y ha aumentado la complejidad de la realidad, por la ingente cantidad de datos disponibles.

Tecnología y combate multidominio

De la misma manera que la tecnología digital ha modificado nuestra forma de vivir, de relacionarnos, de divertirnos, de comerciar, de enseñar, también ha cambiado la forma de combatir. Ha potenciado las capacidades y posibilidades de los dominios tradicionales y ha creado un nuevo dominio de las operaciones militares: el ciberespacio, en el cual el margen de error y el ciclo de la decisión se han reducido, y la superficie de exposición ha crecido.

En este momento de la Historia aparece un nuevo dominio de las operaciones, el cual podría representarse como una semiesfera digital en la que se sumergen todos los dominios tradicionales, también el plano humano. La interacción entre todos ellos está moni-

torizada y potenciada por la tecnología digital, adherida al negocio de nuestra organización, al combate.

Cuatro elementos se requieren para que las Fuerzas Armadas venzan en el combate multidominio: una gran conectividad; interoperabilidad de personas, procesos y sistemas; robustos sistemas de mando y control y, finalmente, asumir un cambio de mentalidad que permita descentralizar la decisión en el nivel de ejecución más adecuado.

La transformación digital del Ministerio de Defensa se ha orientado a proporcionar a las Fuerzas Armadas estas cuatro condiciones, a las cuales se ha añadido la ciberseguridad, porque sin ella no se puede hablar de transformación digital propiamente dicha.

Conectividad e I3D

Gracias a la conectividad se traslada la información, recurso estratégico del Ministerio de Defensa, allá donde sea necesaria. Las necesidades del departamento son muy variadas: cubrir el

despliegue de nuestras Fuerzas Armadas en nuestros espacios de soberanía, alcanzar las zonas de operaciones en el exterior y todos los países del mundo donde trabajan nuestros agregados militares y oficiales de enlace.

Además, atendemos nuestra condición de ser Administración General del Estado, que impone unas relaciones digitales con los ciudadanos; y a la conectividad que requieren nuestros múltiples centros de enseñanza, nuestra jurisdicción específica y la sanidad militar.

Para proporcionar esta conectividad, el Ministerio se encuentra en la fase final de la transición a una sola plataforma tecnológica, la Infraestructura Integral de Información de la Defensa, la I3D. Una única infraestructura de telecomunicaciones proporciona soporte a la infraestructura de información común que facilita servicios digitales a todos los usuarios, con una gestión única y una ciberseguridad integrada.

La I3D permite la interconexión con redes externas (internet, red SARA, OTAN y Unión Europea) a través de nodos de interconexión que aseguran la interoperabilidad y proporcionan protección perimetral. La infraestructura de información se conforma en tecnología de nube privada

Para educar la intuición mediante el empleo de los datos es preciso un cambio de mentalidad en la organización

La cultura digital debe incorporar a la formación STEM la preocupación ética en el empleo de la tecnología

para servicios clasificados. Sobre ella se están desarrollando el Sistema de Mando y Control Nacional, la plataforma ARGO, de gestión de la organización por procesos de trabajo y la modernización de otros sistemas de información estratégicos.

La I3D es la espina dorsal digital de la Defensa, en la que se integran los centros de decisión, nuestros hospitales, nuestras escuelas y academias, las unidades en operaciones, nuestros aliados; todos los usuarios, civiles, militares, en territorio nacional o en operaciones, acceden a servicios unificados, seguros, que permiten la explotación de datos gobernados.

Adaptación a la cultura digital

Esta transformación requiere una adaptación cultural del Ministerio como organización. Las decisiones en las operaciones modernas, inmersas en la esfera digital, no pueden basarse solamente en la intuición del comandante, porque la realidad del combate actual está caracterizada por la complejidad y la interacción entre los dominios.

Para educar la intuición mediante el empleo de los datos es preciso un cambio de mentalidad en la organización, y asumir una cultura nueva que acepte que la información es un recurso estratégico.

La tecnología permite elaborar información especializada, define nuevas interacciones entre los componentes de la organización; impacta en la orgánica, modifica roles, métodos, procedimientos. Cambia las pautas de aprendizaje, reorienta la enseñanza. Establece e impulsa la innovación; permite modelos de actuación alternativos gracias a la posibilidad de analizar compor-

tamientos internos y de relación con el entorno. Y facilita la adopción de prácticas típicas de las organizaciones *agile*. Muchas de ellas se encuentran en la esencia de las Fuerzas Armadas: la claridad en la asignación de funciones, el liderazgo, la disciplina operativa o el control del desempeño personal, por citar algunos ejemplos.

La cultura digital debe incorporar esas prácticas de organizaciones *agile*; generar, gestionar y preservar el talento; incorporar a la formación STEM la preocupación ética en el empleo de la tecnología: sería inaudito que un soldado desconociera la táctica y la técnica del combate, pero sería peligroso que fuera incapaz de distinguir entre el bien y el mal.

La cultura de las Fuerzas Armadas debe entender que su eficacia depende en enorme medida en la proactividad que proporcionan los procesos de trabajo basados en datos, automatizables, de forma que el conocimiento resida en la organización. La innovación y la seguridad deben incorporarse como rasgos culturales: la primera permite anticiparnos al cambio, única manera de mantener actualizadas a las Fuerzas Armadas. La seguridad de la información debe establecerse por diseño en sistemas, servicios y conciencia de todos y cada uno de los componentes de las Fuerzas Armadas.

Líderes digitales

Todo ello para ser líderes digitales: mantener los mismos ideales y la misma misión de defender a España. Esta transformación cultural requiere un fuerte liderazgo: los cambios en las organizaciones solo se producen por el impulso de sus líderes, que son los responsables de crear futuro. La mirada del comandante

debe focalizar el combate inmediato, y simultáneamente, situarse en el próximo combate. Y el próximo combate 'ya está siendo' digital.

La transformación digital proporciona conectividad, interoperabilidad, sistemas de mando y control que refuerzan el liderazgo, aumentan la cohesión de las unidades en combate y mejoran las decisiones oportunas. Liderazgo, cohesión e inteligencia que pertenecen, no lo olvidamos, al plano humano de las operaciones militares, porque se encuentran en el alma, el corazón y el cerebro del combatiente.

Para ser capaces de mantener la línea determinante de la misión de las Fuerzas Armadas debemos propiciar el cambio cultural que requiere cualquier transformación, también la digital.

“Navegar es necesario, vivir no”

Plutarco pone en boca de Escipión esta frase: “navegar es necesario, vivir no”. Para hacer frente a una hambruna en Roma, Escipión fue enviado a por grano a Egipto. Cargados los trirremes, la tripulación se negó a embarcar, por temor a las inesperadas tormentas del Mediterráneo. Desde el barco, el general romano les gritó a sus aterrorizados marineros este aforismo, que se convirtió durante años en el lema de la marina de Castilla.

¿No es antes vivir que navegar? ¿Cómo es posible navegar, si no se vive? Escipión estaba pensando en la línea determinante de su vida, la que le proporcionaba un sentido completo a su existir; los seres humanos, y los soldados aún más, no podemos decir plenamente que hemos vivido si no navegamos, es decir, si nuestra misión (la defensa militar de España) no se cumple.

Esta frase permite trazar la línea determinante de nuestra vida de soldados. Se puede aplicar a los dominios tradicionales donde se desarrollan las operaciones: el terrestre, el naval, el aeroespacial, el cognitivo. Y tiene plena vigencia ahora también en un mundo que hemos convertido en digital. ▀

El combate actual es más complejo, más detallado y más rápido

ÁNGEL CAMPILLO. CISO y Security&Privacy Advisor.
PABLO ESCAPA. CTO Grupo IDESGO.
Miembros del Grupo de Trabajo Vehículo Conectado del COIT.

Ciberseguridad y vehículo conectado Tantas amenazas como oportunidades

“Lo que pasa en Las Vegas se queda en Las Vegas” era válido para los automóviles tradicionales y toda la información que generaban, pero la transformación digital que afecta a todas las áreas de nuestra sociedad, incluido el vehículo, ha dejado este dicho obsoleto. Los automóviles son ahora una fuente de intercambio de información con servicios que dan valor añadido a los usuarios, como toda la parte de ‘infotainment’ o actualizaciones de *software* ‘over the air’ (OTA), pero que también nos exponen a la parte sórdida de esta transformación digital. La información que generan las unidades electrónicas del vehículo tiene un valor en el mercado y el acceso de *crackers* podría comprometer las funciones críticas de seguridad y privacidad del cliente.

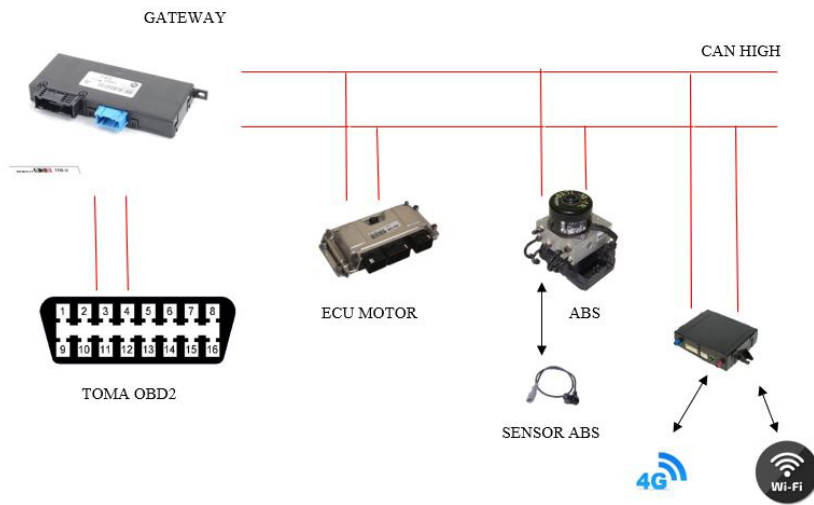


Para tener una referencia en datos, los automóviles de hoy tienen alrededor de 150 ECUs (unidades de control electrónico), es decir, procesadores, y sufriendo en número, con un sobreabundante *software* de unos 100 millones de líneas de código complejo derivado del legado de diseñar sistemas electrónicos de formas específicas durante los últimos 35 años, así como de los crecientes requisitos y complejidad de los sistemas en automóviles conectados y autónomos. Se espera que para 2030 tengan aproximadamente 300 millones de líneas de código. Para poner eso en perspectiva, un avión de pasajeros tiene aproximadamente 15 millones de líneas de código y un sistema operativo de PC para el mercado masivo cerca de 40 millones. Cuantos más ECUs y líneas de código, mayor superficie de exposición y más oportunidades para un ciberrataque exitoso.

La propia transformación digital fomenta esta exposición al aumentar la importancia de nuevos conceptos como movilidad personal, conducción autónoma, electrificación de vehículos y conectividad de automóviles y servicios como conjuntos de aplicaciones para automóviles, ofertas *online*, funciones de vehículos que los clientes pueden comprar y desbloquear también *online* y estaciones de carga para vehículos eléctricos que 'hablan' con los dispositivos electrónicos de a bordo. Todo esto facilita el trabajo de los ciberdelincuentes, con ataques relativamente asequibles y de bajo esfuerzo,

Se espera que para 2030 los automóviles tengan aproximadamente 300 millones de líneas de código, 20 veces más que un avión de pasajeros actual

Can - Bus



frente a la complejidad de montar una defensa coherente en una cadena de valor compleja como es la del vehículo.

La industria automotriz está acostumbrada a analizar desafíos complejos y estandarizar respuestas, pero carece de un enfoque común para hacer frente a la ciberseguridad, percibiéndola como una anomalía en toda su cadena. Las relaciones con los proveedores y los arreglos contractuales con diferentes OEMs (*Original Equipment Manufacturers*) no permiten que se pruebe la ciberseguridad de extremo a extremo como sería deseable durante el desarrollo y las pruebas de *software* automotriz.

Los reguladores están preparando estándares mínimos para el *software* del vehículo y la ciberseguridad que afectarán a toda la cadena de valor. Las preocupaciones de ciberseguridad ahora llegan a todos los automóviles modernos en forma de demandas realizadas por los regu-

ladores y las autoridades de homologación. Esto hará que la ciberseguridad sea un requisito claro para las futuras ventas de vehículos; las reglamentaciones asociadas afectarán a las aprobaciones de tipos de vehículos nuevos en más de 60 países, en especial los países de la Unión Europea. La amenaza de ciberseguridad será una preocupación constante y, como tal, los fabricantes de automóviles la deberán considerar como parte integral de su proceso de negocio.

Ciberseguridad por diseño y por defecto

La industria automovilística no puede seguir viendo la ciberseguridad como un asunto de TI, sino que debe asignar responsabilidades a lo largo de toda su cadena de valor, incluidos los numerosos proveedores, y adoptar una cultura de seguridad por diseño y por defecto.

Las plataformas de vehículos deben ser seguras por diseño y por defecto por-

que la complejidad inherente a estas plataformas y sus largos ciclos de desarrollo y cadenas de suministro complejas no permiten cambios en la arquitectura en las últimas etapas.

Además, se debe considerar la ciberseguridad durante todo el ciclo de vida del vehículo y no solo hasta su venta, porque pueden surgir nuevas vulnerabilidades que deban ser subsanadas, como en cualquier producto de *software*, y robustecer los procesos tecnológicos para soportar los cambios de forma segura, como en los procesos de compra-venta y transferencias de claves de acceso, actualización de *software*, borrado de información, etc. Con la llegada de las actualizaciones de *software* OTA (*Over the Air*), los fabricantes de automóviles podrían mantener las flotas en la carretera de una manera rentable, en contraste con la práctica actual de reprogramación costosa (*reflashing*) de las unidades de control electrónico del automóvil en el concesionario.

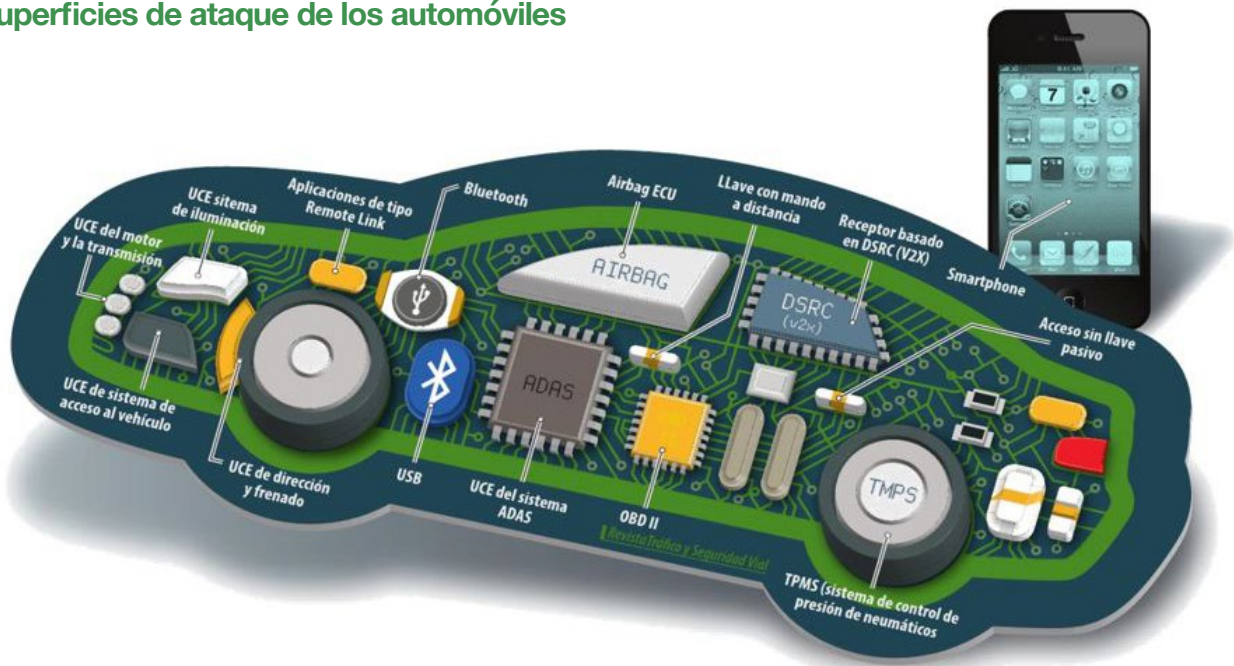
Desafíos de seguridad

Los piratas informáticos han detectado una oportunidad en los vehículos conectados, lo que plantea un desafío para los fabricantes de automóviles y sus proveedores, que deberán desarrollar estándares de ciberseguridad comunes para hacer frente a esta amenaza, pero manteniendo bajo control los costes de desarrollo y mantenimiento. Los desafíos a los que se enfrentan los fabricantes son:

- Establecer una línea de actuación clara apoyándose en los estándares de mercado internacionales actuales en torno a la ciberseguridad y desarrollo de *software*. La cambiante amenaza legislativa puede tener un impacto importante. Un sistema de gestión de seguridad (ISMS) debería ayudar a garantizar la aplicación de las buenas prácticas en los automóviles y en todo el ecosistema de movilidad digital.
- Crear una cultura de seguridad digital por diseño y por defecto en toda la cadena de valor. Los que estamos

Los fabricantes de automóviles y sus proveedores deberán desarrollar estándares de ciberseguridad comunes para hacer frente a la amenaza

Superficies de ataque de los automóviles



en este mundo conocemos la complejidad y el desafío que supone esto y que afecta a toda la cultura de empresa. La resistencia al cambio y el desprecio a la importancia de la ciberseguridad definirá el éxito o el fracaso. Los OEM deberán revisar sus prácticas de ingeniería y desarrollo del *software* para ajustarse a los requisitos de seguridad marcados. La seguridad por diseño debe centrarse en prácticas de desarrollo seguras, procesos mejorados de prueba de *software* y auditoría que incluyan amenazas cibernéticas, así como revisión de los contratos incluyendo cláusulas de seguridad y privacidad, e incluir capacitación del personal técnico y de atención al cliente en ciberseguridad.

- Mejorar las capacidades de control y monitorización en tiempo real de los vehículos durante su ciclo de vida

activo, es decir, una vez ya vendidos. Poder actualizar y parchear deficiencias del *software* sin la obligación de retirar el vehículo de la circulación, al igual que se hace con los teléfonos móviles, sin afectar a la seguridad vial. Es decir, administrar el ciclo de vida de los vehículos, con todo el impacto que tiene sobre la seguridad y la privacidad de los dueños del mismo. Las revisiones de ITV incluirán en un futuro próximo un aspecto de ciberseguridad que no es baladí y ofrece muchas oportunidades.

- Incluir las mejores prácticas de ingeniería de *software*, incluyendo el control del versionado, pruebas de integración, impacto de actualización de *software* en todas las versiones disponibles, homologación de versiones, gestión de la configuración, configuración de privacidad de los datos.

- Propiedad de los datos generados. Se deberá dejar muy claro quién es el dueño de los datos que genere un vehículo y el acceso a los mismos. El vehículo generará datos derivados de su funcionamiento y que serán de interés del fabricante en la gestión completa del ciclo de vida del vehículo, pero habrá otros datos generados por la propia conducción del vehículo y su relación con los diferentes actores en la conectividad (infraestructuras de transporte inteligente, autoridades, cuerpos y fuerzas de seguridad, etc.) que deberán estar en el rango de privacidad del conductor. El interés por estos datos de las agencias aseguradoras, autoridades sancionadoras, cuerpos y fuerzas de seguridad, etc. es evidente y debe estar sometido al debido control que salvaguarde la privacidad del conductor.

El reto de la interacción con las infraestructuras inteligentes de transporte y la confianza en la información proporcionada por estos sistemas es mayúsculo y afecta a la seguridad de la conducción. ▴

Se deberá dejar muy claro quién es el dueño de los datos que genere un vehículo y el acceso a los mismos



Oleada de despidos en el sector tecnológico

Las contrataciones masivas durante la pandemia han derivado en plantillas sobredimensionadas. Los grandes despidos recientes tratan de ajustar esta situación, pero **tienen como consecuencia la desmotivación de los trabajadores, la pérdida de talento y altos costes de reestructuración e indemnizaciones.** ¿Cómo hemos llegado hasta aquí?

El sector tecnológico salió reforzado de la situación vivida con el COVID debido a la necesidad de mantener la actividad laboral, el comercio y el ocio durante las restricciones a la movilidad

y los confinamientos. Mientras la mayoría de los sectores (turismo, hostelería, automoción, espectáculos, comercio al por menor no alimentario, etc.) sufrían un gran deterioro, la demanda de servi-

cios digitales no paraba de crecer. Esto derivó en una burbuja bursátil, contrataciones masivas y, en varias *startups*, un notable crecimiento de la deuda aprovechando la enorme liquidez inyectada por los principales bancos centrales y los bajos tipos de interés.

La subida de tipos más rápida de la historia ha tenido un sensible impacto en las *startups* más pequeñas

Lo que eran crecimientos espectaculares de doble dígito en ingresos durante

Las expectativas de crecimiento que había tras la pandemia **no eran realistas**

los años 2020 y 2021 se convirtieron en una ralentización desde mediados de 2022 y, en consecuencia, se acabaron las valoraciones en bolsa a múltiplos desorbitados. Además de la vuelta a la 'nueva normalidad', las razones de esta desaceleración son muy diversas: la alta inflación y su impacto en salarios de empleados y suministros, el alto coste energético, los problemas en las cadenas de suministro, la situación geopolítica y desglobalización, la incertidumbre en cuanto a la demanda futura...

La subida de tipos más rápida de la historia ha tenido también un sensible impacto en las *startups* más pequeñas. La quiebra el pasado marzo de SVB (Silicon Valley Bank), un banco de inversión especializado en financiar a *startups* tecnológicas, ha generado una mayor desconfianza en este sector. SVB era uno de los bancos más grandes de Estados Unidos y el mayor de Silicon Valley, contando con unos activos de 212.000 millones de dólares en diciembre de 2022.

Las expectativas de crecimiento que había tras la pandemia no eran realistas y, para reducir costes, la mayoría de las empresas han optado por recortar sus plantillas. Sin embargo, también hay excepciones; por ejemplo, los CEO de Apple e Intel han evitado los despidos mediante otras medidas, como el recorte de sus propios sueldos y el de otros directivos.

Despidos masivos

Entre otros anuncios de despidos masivos, tenemos: Phillips con 10.000 (12% de la plantilla) entre octubre de 2022 y enero de 2023, Twitter con 3.700 (50%

de plantilla) en noviembre de 2022, Meta con 21.000 (25% de la plantilla) entre noviembre de 2022 y marzo de 2023, Amazon con 18.000 (5% de la plantilla) entre noviembre de 2022 y enero de 2023, Cisco con 4.100 (5% de plantilla) en noviembre de 2022, Salesforce con 8.000 (10% de la plantilla) en enero de 2023, Alphabet con 12.000 (6% de la plantilla) en enero de 2023, Microsoft con 10.000 (5% de la plantilla) en enero de 2023, Dell con 6.650 (el 5% de la plantilla) en febrero de 2023, Ericsson con 8.500 (el 8% de la plantilla) en febrero de 2023...

Desde que se anunciaran estos despidos, la capitalización bursátil de la mayoría de estas empresas se ha ido recuperado desde sus mínimos del año pasado. Los mercados de capitales premian a las empresas que toman decisiones con rapidez y, a pesar de ser medidas difíciles, las empresas tecnológicas son expertas en adaptarse a un entorno complejo y cambiante.

Aunque los ajustes sean necesarios, resulta paradójico que quienes los sufren sean siempre los trabajadores. Ningún CEO asume la responsabilidad de haber decidido sobredimensionar las plantillas durante la pandemia sin sólidos planes de negocio que los justificaran a medio o largo plazo, o de realizar grandes inversiones en proyectos de dudosa rentabilidad... Los despidos traerán ahorros de costes, pero también afectan negativamente en la motivación y productividad de los empleados, suponen una pérdida de talento que acabará en varios casos en potenciales competidores y generan unos altos costes de reestructuración e indemnización. Además, el despido

masivo no es una práctica acorde a la Responsabilidad Social Corporativa y afecta a la imagen y reputación de la empresa entre los distintos agentes sociales.

El caso de Meta

¿Se podrían haber hecho las cosas mejor? Para que cada uno tome sus propias conclusiones, analizamos brevemente el caso de Meta. Meta está sufriendo una reducción de ingresos por la venta de publicidad, debido a la incertidumbre económica. Sin embargo, la reducción de los beneficios está relacionada principalmente con el incremento de los gastos asociados a contrataciones masivas durante la pandemia y a la prematura y arriesgada apuesta por el metaverso impulsada por Zuckerberg.

La plantilla de Meta pasó de 44.000 trabajadores en marzo de 2020 a 87.000 trabajadores en septiembre de 2022. Sin embargo, sus resultados no eran acordes a este incremento de personal, obteniendo 23.200 millones de dólares en 2022 frente a los 39.370 millones del año 2021. Las pérdidas de Reality Labs, la división encargada del desarrollo del metaverso, fueron de 10.200 millones en 2021 y de 13.717 millones en 2022.

El incremento de costes que sufrió Meta durante 2022, con un 23% más que en 2021, se verá reducido en 2023, cuando tras los despidos su plantilla pase a 66.000 trabajadores. Los despidos han sido anunciados en dos rondas con unos pocos meses de diferencia, aumentando la inestabilidad en los trabajadores y generando la sensación de una falta de estrategia clara entre sus accionistas. Al mismo tiempo, la empresa no se ha sobrepuesto al daño reputacional y de imagen derivada de numerosos escándalos: propagación de noticias falsas, difusión de mensajes polarizados y tóxicos, almacenamiento y cesión de datos de los usuarios sin su autorización... Para muchos agentes sociales, el cambio de marca de Facebook a Meta no es suficiente para reparar el daño causado. ▾

Aunque los ajustes sean necesarios, resulta paradójico que quienes los sufren sean siempre los trabajadores



MANUEL SIERRA.

Presidente de CODITEL (Conferencia de Directores de Ingeniería de Telecomunicación).

JOSÉ FERNANDO GARCÍA RÓDENAS.

Coordinador del Proyecto Teleco Renta (COIT).

**TELECO
RENTA**

Teleco Renta **Tenemos un plan para promocionar los estudios de Telecomunicación**

Teleco Renta, hoy más que nunca. Renta porque la Ingeniería de Telecomunicación está en continua ebullición. Renta porque hay mucho trabajo donde elegir, trabajo asegurado, bien remunerado y donde te puedes desarrollar como profesional a lo largo de toda la vida. Este es el nombre que hemos elegido para el Plan de Promoción de los Estudios de Telecomunicación, proyecto auspiciado por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales. Es **un nombre cercano a los adolescentes que se van a acercar a nuestros estudios**, un nombre que entienden, con la idea de hacer llegar en su lenguaje los mensajes de promoción de los estudios de telecomunicación.



Teleco Renta se enmarca en el programa UNICO (UNiversalización de Infraestructuras digitales para la COhesión), y el objetivo es la atracción de talento hacia los estudios de telecomunicaciones, ayudando a resolver así la escasez de talento en tecnologías¹ tales como el 5G avanzado y el 6G, fundamentales para los centros de investigación y para las industrias.

El Plan está desplegando una serie de acciones para la difusión de estos estudios entre los diferentes niveles de estudiantes, de manera que contribuya a mejorar la atracción de buenos alumnos a los mismos, haciendo al mismo tiempo énfasis en la incorporación de talento femenino, actualmente en niveles muy bajos, y de estudiantes internacionales para los niveles de máster y de doctorado.

Teleco Renta es un nombre cercano a los adolescentes, con la idea de **hacer llegar en su lenguaje los mensajes de promoción de los estudios de Telecomunicación**

Atracción de talento

El objetivo global del Plan es la atracción de talento al ecosistema de las telecomunicaciones aumentando las vocaciones con más y mejores estudiantes de telecomunicaciones que ayuden a crear un ecosistema completo alrededor de las mismas.

Queremos que sea un esfuerzo de todos los actores de nuestro ecosistema, porque entendemos que la captación de nuevas vocaciones para unos estudios tan demandados por el mercado de trabajo repercutirá en un beneficio de la sociedad en su conjunto. De este modo, se persigue aunar estudios e investigación de primer nivel tecnológico, con atractivo suficiente para suscitar interés del talento existente nacional e

internacional, con unas empresas que se beneficien y mejoren el desarrollo de la industria española, y que participen a su vez en la mejora del ecosistema de las telecomunicaciones.

En las actividades del Plan, además de las entidades beneficiarias, pueden participar y beneficiarse todas las Escuelas de Ingeniería de Telecomunicación, institutos y colegios de todo el territorio nacional.

Áreas de impacto

El proyecto está desarrollando más de 35 actividades a nivel nacional hasta diciembre de 2024, con seis áreas de impacto, que serán las receptoras y beneficiarias de las acciones que se vayan a realizar. Son las siguientes:

- **Área 1** - Primaria y hasta segundo de ESO (estudiantes hasta 14 años). Esta primera área de acción es fundamental para el futuro de los estudiantes, en donde se preparan en las materias esenciales que más tarde serán objeto de especialización. En-



tre esas áreas, el foco principal son las matemáticas, a las cuales hay que prestar una atención especial.

- **Área 2** - Tercero y cuarto de ESO, Bachiller y FP (estudiantes de 14 a 18 años). Son los años en los que se van centrando las vocaciones de futuro y, por tanto, el fomento de materias tales como matemáticas, física, química o tecnología se hace fundamental para que los estudiantes se puedan decantar por la ingeniería y estudios afines.
- **Área 3** - Grado. Durante los estudios de grado el objetivo principal será orientar a los alumnos acerca de los beneficios que ofrece cursar el Más-

ter en Ingeniería de Telecomunicación para complementar y enriquecer los conocimientos adquiridos durante el grado.

- **Área 4** - Máster. La intención para los estudiantes de máster es ayudarles a ganar perspectiva sobre su futuro profesional, tanto desde el punto de vista de una posible carrera en investigación, con su paso por el doctorado y su apertura a la docencia e investigación en universidades o centros de investigación, como para su preparación para su incorporación al mundo laboral/industrial en España.
- **Área 5** - Internacional. La intención

en este caso es la atracción de estudiantes de otros países para su incorporación a programas de máster o doctorado en España.

- **Área 6** - Mujer (vocaciones femeninas en telecomunicaciones). Si bien se trata de una categoría que en realidad puede verse como dentro de las otras cinco áreas descritas, creemos importante destacarla como un área de impacto y acción, con el fin de establecer diferentes actividades que promuevan la mejora de los porcentajes de mujeres que estudian telecomunicaciones, donde la brecha de género es muy alta.

El Plan hace énfasis en la **incorporación de talento femenino**, actualmente en niveles muy bajos, y de **estudiantes internacionales**

El papel de las empresas

Las empresas juegan un papel fundamental en Teleco Renta, por diferentes motivos, y en todos ellos buscaremos la implicación material de las mismas

Investigación en 5G y 6G

Dentro de este Programa se desarrolla una iniciativa de investigación en 5G-6G², que dotó en noviembre de 2021 con fondos de financiación europea a 12 entidades (9 universidades y 3 centros de investigación) y que fue ampliada con este Plan de Promoción, con el objetivo de hacer un plan único de promoción de nuestro sector. Dichas entidades beneficiarias son las siguientes:

- Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC)
- i2CAT
- IMDEA Networks
- Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)
- Universidad Complutense de Madrid (UCM)
- Universidad de Granada (UGR)
- Universidad de Málaga (UMA)
- Universidad de Murcia (UMU)
- Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
- Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

En la gestión de la iniciativa participan, además de las 12 entidades beneficiarias, las asociaciones AMETIC, DIGITALES, CODITEL y SCITEL, coordinados por el COIT (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación).

en la promoción de estos estudios. Sin ánimo de ser exhaustivos, podemos nombrar los siguientes:

- **Visión de las salidas profesionales.** La gran variedad de posibilidades que tiene un Ingeniero de Telecomunicación.
- **Modelos.** Sus empleados nos pueden servir como modelos de personas que están ya inmersos en el mundo laboral.
- **Retos del futuro.** Una visión de cuáles son los principales retos técnicos y sociales a los que nos enfrentamos.
- **Patrocinio.** Contribuyendo económicamente en algunas de las actividades que se están llevando a cabo.

Con la implicación del tejido empresarial conseguiremos el doble objetivo de acercar la Ingeniería de Telecomunicaciones a la sociedad, y acercar las empresas a

los futuros ingenieros. Un conocimiento mutuo enriquecedor que mejorará la empleabilidad futura de los estudiantes, al tiempo que se cubrirán mejor las demandas de empleo de las empresas.

Colaboración con otras instituciones

Teleco Renta tiene la intención de colaborar con otras instituciones del ámbito tecnológico, científico y empresarial español, con el fin de establecer sinergias entre las actividades de Teleco Renta y las que ya organizan otras instituciones, siempre con la idea de ampliar el alcance de la promoción que se lleva a cabo.

Sin ánimo de ser exhaustivos, algunas de dichas instituciones son las siguientes: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT), Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (COITT), Consejo Estatal de Estudiantes de Telecomunicación (CEET),

Teleco Renta necesita la involucración de todos los actores de nuestro ecosistema para seguir manteniendo el nivel y la cantidad de profesionales para la transformación digital

Real Academia de la Ingeniería (RAI), Instituto de la Ingeniería de España (IIE), Academia Joven de España (AJE), Real Sociedad Matemática Española (RSME), Sociedad Científica de Ingeniería Telemática (SCITEL), Unión Científica Internacional de Radio (URSI), las asociaciones de empresas del sector Digitales y AMETIC, y las asociaciones de Escuelas de Ingeniería de Telecomunicación en grado y máster (CODIGAT y CODITEL), entre otras.

Involucración

Teleco Renta es un proyecto abierto a la sociedad española e internacional, en el que, además de las iniciativas que se están llevando a cabo, estamos dispuestos a escuchar ideas nuevas y sugerencias de colaboración que nos permitan abundar en la consecución del objetivo del proyecto: promocionar los estudios de telecomunicación.

Teleco Renta necesita la involucración de todos los actores de nuestro ecosistema para poder seguir manteniendo el nivel y la cantidad de profesionales que puedan seguir liderando la transformación digital de nuestro país.

Y a nivel personal, te pedimos que nos ayudes a seguir promocionando los estudios que te han servido para el desarrollo de tu carrera profesional. Porque “teleco renta”. ▴

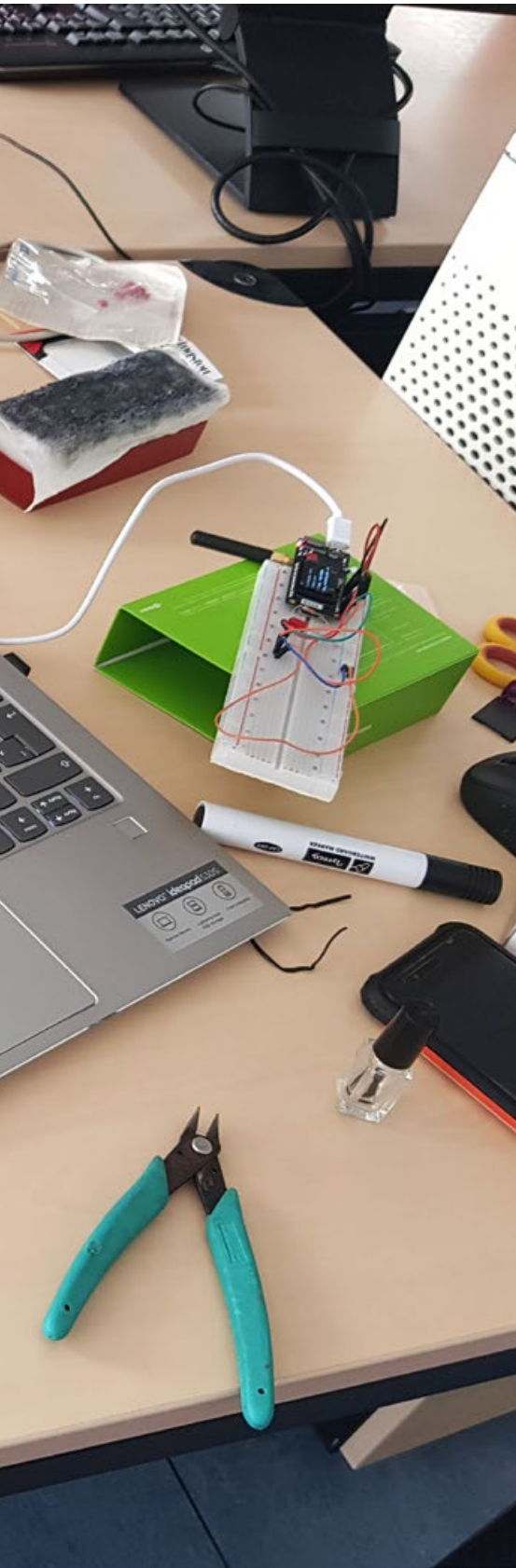
El objetivo global es la atracción de talento al ecosistema de las telecomunicaciones y aumentar las vocaciones

NOTAS

¹<https://www.digitales.es/publicacion/radiografia-de-vacantes-en-el-sector-tecnologico-2022/>

²<https://portalayudas.mineco.gob.es/unico-5gid/Paginas/Index.aspx>





JAVIER RODRÍGUEZ PASCUAL. Director del Centro de Referencia Nacional de Desarrollo Informático y Comunicaciones. Consejería de Economía, Hacienda y Empleo, Comunidad de Madrid.

Formación especializada contra la carencia de **perfiles profesionales**

Uno de los discursos más repetidos por las empresas en los últimos años es la **falta de 'talento digital'**. El auge del sector hace que la mayoría de las personas con conocimientos tecnológicos se encuentren trabajando, por lo que los departamentos de recursos humanos de las corporaciones tienen cada vez más dificultades para encontrar perfiles formados.

En España contamos con un sólido sistema de Formación Profesional y una red de universidades con una oferta formativa muy completa, pero sigue habiendo una mayor oferta de puestos de trabajo técnicos que demandantes con conocimientos suficientes para cubrirlos.

Dentro del sistema de Formación Profesional existe una oferta formativa reglada, conocida por la mayoría de los ciudadanos, que son los diferentes ciclos formativos de todas las familias profesionales, y la oferta formativa para el empleo, quizá menos conocida, pero que te permite acceder al mercado laboral de una forma más rápida. Este gran 'desconocido' para los perfiles más técnicos o ingenieriles es el que se pretende sacar a la luz en este artículo, como herramienta de choque ante la falta de perfiles profesionales. No son 'formaciones milagro' que te prometen ser ingeniero en dos semanas, sino cursos muy especializados con una

alta inserción laboral, algunos de ellos introductorios a los diferentes sectores y otros de reciclaje para personas que lleven trabajando un tiempo con dichas tecnologías. Incluso puedes programar tu itinerario formativo partiendo de niveles inferiores con más horas de formación, o en niveles superiores porque ya tienes experiencia profesional o conocimientos adquiridos por otros medios, que te darán acceso a formaciones más exigentes.

Centros de Referencia Nacional

Como indica el portal de TodoFP del Ministerio de Educación y Formación Profesional, los Centros de Referencia Nacional (CRN) son "centros públicos que realizan acciones de innovación y experimentación en materia de formación profesional, especializados en los diferentes sectores productivos a través de las familias profesionales". En este caso, el CRN en Desarrollo Informático y Comunicaciones de la Comunidad de

Segue habiendo una mayor oferta de puestos de trabajo técnicos que demandantes con conocimientos suficientes para cubrirlos



Madrid es uno de los actores encargados de realizar estas tareas en el sector de las telecomunicaciones.

Con unas instalaciones de más de 6.000 metros cuadrados y un volumen de 215 cursos y 3.575 alumnos cada dos años, el centro mantiene su oferta formativa a la vanguardia de las últimas tecnologías. Además, en pocos años se han realizado más de cien *masterclass*, por las que han pasado ponentes y empresas que han desarrollado proyectos de renombre, como los encargados de gestionar la telemetría y todas las comunicaciones a nivel mundial del proyecto Stratos (primer salto estratosférico), entre otros. También se realizan estudios de detección de necesidades formativas de profesores y del sector en general, alimentando el catálogo

de formaciones del Servicio de Empleo Público Estatal, para que puedan ser impartidas en todo el territorio nacional. Incluso se realizan proyectos europeos de diferente índole.

Como Centro de Referencia Nacional en Desarrollo Informático y Comunicaciones, el CRN es el encargado de colaborar con diferentes organismos, sector productivo y agentes sociales, para mantener un tejido de formaciones en este sector, potentes, actualizadas y acordes a lo que demandan las empresas.

Estudios de mercado y detección de necesidades

Pero ¿y cómo se sabe por dónde va un sector tan cambiante? Hay diferentes herramientas a explotar, no dejando nada a la improvisación.

La primera y más cercana al sector es la firma de convenios de colaboración con empresas punteras. Marcas tan reconocibles como Microsoft, Sap, Oracle, Red-Hat, y hasta 23 tecnologías diferentes, colaboran con el CRN en la prescripción del futuro de la tecnología y nos ayudan a crear nuevas acciones de todo tipo.

También existen los Observatorios de Ocupaciones, tanto del Servicio de Empleo Público Estatal, como el propio de la Comunidad de Madrid, en este caso. Todos los años se generan unos informes con los resultados de la prospección de los diferentes sectores, aprovechando estos datos para detectar las carencias más urgentes que cubrir.

El CRN, por su lado, también realiza estudios de mercado, detección de necesidades de formación de profesorado del sector que nos ocupa, mesas de trabajo con expertos, jornadas técnicas, etc. Dichas acciones no son una duplicidad de los anteriores, sino que afinan más en las necesidades de determinadas tecnologías muy concretas y de reciente aparición en el mercado, como puede ser el *edge computing*, la Inteligencia Artificial o todo lo que hay alrededor de la tecnología 5G.

Y, por supuesto, se consultan las demandas de empleo sin cubrir, para finalmente cruzarlas con los perfiles que hay en desempleo y cerrar el círculo de información que alimentará el siguiente paso, la creación de nuevas acciones formativas que nos permitan generar talento para cubrir las demandas del sector.

Nuevas formaciones

De media se generan y actualizan en el CRN más de 70 nuevas especialidades, centradas en desarrollo informático y comunicaciones, cada dos años. Todas estas formaciones se incluyen en el catálogo de especialidades del Servicio de Empleo Público Estatal, para que cualquier Comunidad Autónoma, con fondos públicos, subvenciones, etc., pueda impartir las mismas formaciones que en el Centro de Referencia Nacional.

El Centro de Referencia Nacional en Desarrollo Informático y Comunicaciones de la Comunidad de Madrid ofrece 215 cursos a la vanguardia de las últimas tecnologías



Actualmente se cubren diferentes perfiles profesionales dentro de tecnologías tan punteras como Big Data, *cloud computing*, *edge computing*, ciberseguridad, videojuegos, realidad virtual, y un largo listado que puede ser consultado en esta web: <https://cftic.centrosdeformacion.empleo.madrid.org/cursos-2022-2024>.

Proyectos internacionales

El CRN salta fronteras, y también participa y lidera proyectos en la Unión Europea de diferente índole. Desde las movibilidades de Erasmus+ conocidas por la mayoría de la población, hasta el proyecto KA2 de asociaciones estratégicas o los más potentes Skill Alliance.

Cuando nadie hablaba de transformación digital, entre el 2015 y 2018, el CRN lideró el proyecto Cisoss (*Cloud and Internet Services with Open Source Software for small and medium enterprises*), en nuestro intento de ayudar a las Pymes en su transformación digital. Este proyecto está enmarcado dentro del programa Erasmus+ de Asociaciones Estratégicas y en él participaron organizaciones de Noruega, Reino Unido (antes del Brexit), Suecia y España.

Entre 2016 y 2019 se crea la eCFAlliance (*e-Competences Framework Alliance*), liderada por la Universidad de Milán, que invita al CRN a participar y aportar su conocimiento en formaciones, cua-

lificaciones profesionales, etc., trabajando en el desarrollo de 15 de las 40 competencias digitales definidas por la Unión Europea. En este proyecto llegaron a participar 18 organizaciones de cinco países diferentes.

En la actualidad y durante los próximos dos años, el CRN participa en un proyecto liderado por la Universidad de Patras en Grecia sobre *Smart Cities* y lidera uno relacionado con el *Green Computing*, por lo que la presencia en Europa está garantizada.

Un ejemplo: proyecto 5G

Después de encajar todos los engranajes ya comentados en el presente artículo, el lector podrá imaginar el volumen de acciones de innovación educativa que realiza el CRN. Como caso de uso y a modo de ejemplo, veamos los pasos dados hasta conseguir ese talento en una tecnología tan novedosa como es el 5G.

Antes de la pandemia, el Ministerio de Empleo por medio del Servicio de Empleo Público Estatal, se puso en contacto con el CRN para expresarle su preocupación por el inminente despliegue de tecnología 5G para dar cobertura a los nuevos dispositivos y la falta de personal cualificado para su realización.

Desde el CRN se solicita al Ministerio seguir una serie de pasos, para estudiar en

profundidad el problema y aportar una propuesta de solución, a lo que se responde positivamente y, además, se nos ofrece la ayuda de DigitalES (Asociación Española para la Digitalización), que rápidamente nos pone en contacto con todos los actores de esta tecnología. Dan comienzo las reuniones con fabricantes de *hardware*, empresas de servicios, operadores telefónicos y centros de investigación para recopilar toda la información sobre el estado actual de la tecnología, formaciones existentes y demanda real de perfiles profesionales.

Una de las primeras conclusiones del estudio arroja que el despliegue no es tan inminente, sino que se realizará a lo largo de varios años, y que hay una carencia importante de docentes con conocimientos en 5G, por lo que se crean dos cursos para formadores, uno basado en el perfil de instalador y otro de servicios sobre la red. Pero dichas formaciones requieren contar con una antena real que incluya todas las tecnologías dentro de 5G, y que permita a los formadores conocer de cerca todos los elementos y los controle al 100%. El Ministerio, muy motivado con el proyecto, financia la compra de la primera antena de 5G real en un centro de formación, el CRN, y comienzan las formaciones de más de un centenar de docentes en diferentes convocatorias.

Meses después, y contando con una cantera importante de docentes, se programan acciones de formación para trabajadores en situación de desempleo de la Comunidad de Madrid, se crea el curso de especialización de Formación Profesional sobre 5G, se realizan talleres de radiodifusión con institutos y universidades de toda España que quieren hacer prácticas reales con esta tecnología, y se empiezan las conversaciones con las empresas instaladoras, que agradecen el contacto con las personas formadas concretamente en esta tecnología.

En definitiva, proyecto a tres pasos: detección y estudio de la necesidad, creación de formaciones y generación de talento, y puesta en contacto de dicho talento con las empresas que lo necesitan. ▴

Cada año se realizan diversas acciones para detectar las necesidades reales y las carencias más urgentes que cubrir

Estado de ánimo

La capacidad de trabajo en equipo es una de las competencias más solicitadas por los empleadores. ¿De qué manera podrían las instituciones profesionales **fomentar esta habilidad?**

¡Con qué desparpajo utilizamos la consigna de ‘trabajar en equipo’! Suele ser un recurso recurrente para motivar a un grupo o desactivar conflictos. No requiere mucha elocuencia: se supone que todos apreciamos las virtudes de los colectivos que triunfaron en disciplinas deportivas. Sabemos, además, que difícilmente se cuestionará el mensaje: aunque interiormente no se compartan las mismas sensaciones, es arriesgado mostrar contrariedad.

Lo deseable sería que al llegar a la etapa profesional ya estuviesen interiorizadas la convicción y aptitud para participar en equipos multidisciplinares. Es patente el esfuerzo en las primeras etapas educativas para cultivar en las niñas y niños la confianza, la colaboración y el respeto. Pero, a medida que se acerca el acceso a la universidad, predomina el ¡sálvese quien pueda!: lo prioritario es superar la nota de corte para la titulación y centro universitario preferidos.

Después, los estudios de ingeniería semejan una complicada prueba de fondo que el estudiante ha de superar con su esfuerzo individual. Sin embargo, en los métodos docentes debe estar presente el ejercicio del trabajo en grupo. La práctica de deportes de equipo es un excelente inductor, aunque la universidad española no destaque por promover y reconocer esta actividad colectiva, como sí sucede en otros países donde las ligas universitarias tienen relevancia deportiva y académica.

Cuentan que un equipo es un ‘estado de ánimo’: peculiar interpretación de la actitud de un grupo de personas que, con sus desafíos y decisiones individuales, comparten un objetivo, se complementan

tan y se ayudan. Trabajar en equipo es una competencia que no se aprende en un curso específico de formación, pero que se consolida practicándola desde los fundamentos adquiridos en las primeras etapas educativas.

¿Cómo podrían nuestras instituciones profesionales fomentar esta habilidad y el ejercicio de participar y cooperar? No es mi intención sugerir la formación de equipos (femenino y masculino) de fútbol o baloncesto para estimular el compañerismo, la responsabilidad compartida, la cohesión... aunque quizá la iniciativa ayudaría a captar el interés de la juventud por la profesión. Pero sí lo es proponer que, además de los reconocimientos personales (Premio a la trayectoria profesional; Ingeniera o Ingeniero del año; Pioneras_IT...), se instaure un premio que distinga el trabajo colectivo de grupos multidisciplinares y en los

que la Ingeniería de Telecomunicación tenga una aportación destacada.

Será fácil identificar candidaturas, ya que las tendencias tecnológicas (la analítica de los datos, la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas, las ciudades inteligentes...) exigen la participación de diferentes especialidades.

Otra oportunidad surge si en las candidaturas a los premios individuales (y, por extensión, en el álbum de cromos de personajes históricos), valoramos y destacamos el liderazgo para crear equipos de colaboradores que contribuyeron a los logros obtenidos, compartiendo responsabilidades y riesgos. Recordemos que, incluso en las disciplinas deportivas donde solo hay un vencedor (tenis, ciclismo, atletismo...), detrás de este siempre existe un grupo profesional con un estado de ánimo colectivo que facilita el éxito. ▴



Además de los premios individuales, se debería distinguir el trabajo de grupos multidisciplinares en los que la Ingeniería de Telecomunicación tuviera una aportación destacada

TOTEM ACOMPAÑA EL DESPLIEGUE DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIONES DEL FUTURO

LAS TOWERCOs, ACTORES ESTRATÉGICOS DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES

Las necesidades de conectividad no dejan de crecer, especialmente en las redes móviles, y esta tendencia se ha visto acelerada por la pandemia y el desarrollo del 5G. Antes, cada operador construía su propia infraestructura para su red móvil. Por motivos de eficiencia económica y medioambiental, este modelo evoluciona en todo el mundo con la separación estructural de las infraestructuras pasivas (emplazamiento, torres, mástiles, vallado, energía...) y activas (antenas...). Es un movimiento de fondo que permite la compartición de las infraestructuras pasivas entre varios operadores. Las TowerCos son las empresas neutrales que gestionan las infraestructuras pasivas y sus clientes son principalmente los operadores de telecomunicaciones móviles que alquilan estos emplazamientos.

TOTEM, LA TOWER CO DE TERCERA GENERACIÓN



TOTEM, filial europea de Orange creada el 1º de noviembre de 2021 en Francia y en España, dispone de un parque de más de 27 000 torres, entre ellos aproximadamente 8 000 en España.

Una primera generación de Towerco's apareció en EE. UU. en los años 2000's con una visión puramente inmobiliaria, seguida por una segunda generación más financiera en Europa. Hoy, los operadores necesitan un socio industrial de confianza. TOTEM tiene esta posición de actor completo, tanto inmobiliario como financiero, al cual se añade su conocimiento industrial gracias a un equipo con excepcionales competencias, heredadas en parte de Orange. Los equipos de TOTEM conocen al detalle las expectativas de los operadores y sus necesidades para acompañarles en el desarrollo de su red en colaboración de principio a fin.

LOS AVANCES EN CONECTIVIDAD SON EL DESAFÍO SOCIAL E INDUSTRIAL DE MAÑANA

El despliegue de las infraestructuras pasivas es la base imprescindible a todos los operadores para aportar soluciones de conectividad, en particular en zonas rurales, y que cada uno pueda comunicar y trabajar en todas partes. Estas infraestructuras sostienen por lo tanto el desarrollo industrial de todas las regiones de España. El desarrollo de la cobertura 5G permitirá en particular la implementación de nuevas tecnologías y usos para todo tipo de negocios: industria, transportes, logística, turismo, salud... Se desarrollará el Internet de las Cosas (IoT), automatización de procesos industriales y de coches, uso de la realidad virtual o aumentada cambiando profundamente nuestras sociedades. Agrupar todos los actuales y futuros equipamientos activos en común en una torre en cada emplazamiento es la solución económica y ecológica para conseguir este reto.



PATRICK FARGES, CEO DE TOTEM ESPAÑA:



TOTEM tiene la vocación de crecer y extenderse para contribuir al desarrollo digital de todos los territorios en España, especialmente para el despliegue del 5G, con soluciones de energía 100% verde. Invertimos tanto en cobertura exterior en zonas urbanas con nuestras smalls cells como en zonas rurales, pero también en la cobertura interior de los edificios: centros comerciales, estadios, salas de espectáculos... TOTEM es la respuesta a todas las nuevas formas de conectividad sostenibles."

ANTONIO L. FLORES GALEA. Ingeniero de Telecomunicación y en Electrónica. Experto asesor para la Comisión Europea y profesor de la Universidad Francisco de Vitoria.

Caminando hacia el Metaverso

El Metaverso será la próxima revolución. En este artículo se esbozan algunas ideas en torno a él, fruto de encuentros y documentos recopilados por el autor para escribir un libro con personalidades del KAIST (Korea Advanced Institute of Science & Technology) o el padre de las ‘Siete Reglas del Metaverso’, en Silicon Valley. Además, gracias a su trabajo ligado a la innovación en la Comisión Europea, **revela tecnologías que hoy apenas podemos imaginar, pero que ya se están gestando.**

El Metaverso es un concepto ‘paraguas’, en el que se construye un mundo virtual paralelo y a la vez interconectado con el mundo real, utilizando una amalgama de tecnologías como la realidad extendida (XR), la Inteligencia Artificial (IA), la Internet de las Cosas (IoT) y otras. El Metaverso representa la ‘hiper-espacio-temporalidad’, rompiendo los límites físicos del tiempo y el espacio y ofreciendo a los usuarios una experiencia abierta, libre e inmersiva. Podemos imaginar el Metaverso como una web evolucionada (www) en 3D donde los usuarios navegan entre entornos y objetos artificiales, a veces superpuestos e interactuando con los objetos y entornos físicos (realidad mixta, MR) y ven representaciones virtuales (fieles a la realidad o totalmente inventadas) de otros usuarios, llamados avatares.

Metaverso con mayúscula

Conviene explicar por qué se debe utilizar la palabra ‘Metaverso’ escrita con mayúscula: de la misma forma que nos referi-

mos a Internet (con mayúscula) como a la red global que conecta todos nuestros dispositivos digitales y a internet (en minúscula) como a una de las redes que operan los mismos protocolos con un alcance limitado (por ejemplo, cuando nos referimos a ‘la internet china’), nos referimos al Metaverso (con mayúscula) como la infraestructura inmersiva global y el servicio proporcionado conjuntamente por todos los actores del ecosistema, mientras que hablamos de un metaverso (en minúscula) cuando nos referimos a una solución local o limitada desarrollada por una organización no necesariamente conectada con el resto (como, por ejemplo, el metaverso de Meta).

¿Qué es el Metaverso?

La adopción generalizada del Metaverso será, desde mi punto de vista, la transformación más profunda de la humanidad, mucho más allá de la revolución industrial, la adopción masiva del automóvil, la electricidad o Internet. Puede ser el punto en el que la huma-

El Metaverso representa la ‘hiper-espacio-temporalidad’, rompiendo los límites físicos del tiempo y el espacio







Journey to the Metaverse: Technologies Propelling Business Opportunities

Editorial: Business Expert Press
ISBN: 978-1637424384
Publicación: marzo 2023,
Estados Unidos

Síntesis: 'Journey to the Metaverse' ayuda a comprender los fundamentos tecnológicos sobre los que se sustenta el Metaverso y revela las nuevas oportunidades que este ofrece. El libro invita a un viaje ameno pero exhaustivo por todos los aspectos asociados con el Metaverso, desde la realidad aumentada, la realidad virtual, las criptomonedas, el Internet de las Cosas, las gafas 3D y muchos otros. En él se revela información contrastada, basada en recientes publicaciones científicas y el propio trabajo del autor, siempre desde un punto de vista práctico y directo, orientado a la acción.

Al leer 'Journey to the Metaverse' se comprende no solo qué y quiénes están detrás de la construcción y expansión del Metaverso, sino también los siguientes hitos y la hoja de ruta

que podemos esperar: una visión anticipada, desde un punto de vista privilegiado, que nos permitirá adaptar la estrategia de negocio y carrera profesional para aprovechar al máximo este nuevo modelo de sociedad.

En el libro también se advierte de los riesgos inherentes al Metaverso, como la generalización de *deepfakes*, la regulación sobre privacidad, responsabilidad, derechos y deberes de los ciudadanos, posibles adicciones, discriminación y otras consecuencias fruto de su carácter altamente inmersivo. Por último, en el libro se da una prospectiva de lo que puede suponer el Metaverso en los próximos años, a medio y largo plazo, ofreciendo una visión que permita al lector reflexionar sobre la mejor forma de enfrentarse o anticiparse a tales escenarios.

nidad podría separarse de la naturaleza para siempre, ya sea incorporando implantes artificiales en nuestros cuerpos o incluso reemplazando algunas partes para convertirnos en cibernéticos, o perdiendo el interés en el entorno real, bastante más estático, limitante y menos creativo, y pasar nuestras vidas inmersos en mundos virtuales que solo existen como bits dentro de mega-nodos computacionales.

Dicho esto, cuando se habla del Metaverso, sabemos que sus tecnologías subyacentes no son nada nuevas.

El reto reside en su escalabilidad: mientras un vídeo HD (1080p, 60 fps, color de 10 bits) exige un ancho de banda en torno a 5 Mbps, su equivalente 3D para que el usuario perciba la misma nitidez en un entorno inmersivo (2 imágenes 4K, 60 fps, color de 10 bits) requiere unos 400 Mbps. Aunque el terminal y la

última milla admitieran esta capacidad de manera estable, los cuellos de botella en los nodos de proceso lo hacen inviable en la actualidad.

El futuro, aquí y ahora

Entran en juego, por tanto, tecnologías que actualmente se encuentran en una fase emergente, como el *edge* y el *fog computing* (desplazar parte de la carga computacional de los servidores en la nube al terminal, al punto de acceso (*endpoint*) o a un punto intermedio de la red, y otras más disruptivas como la 'computación al vuelo' (*on-the-fly computing*), capaz de realizar las operaciones lógicas y aritméticas de una CPU o GPU mediante fenómenos de acoplamiento controlado entre fibras trenzadas conforme los fotones se desplazan a través de ellas, de forma que la información que sale de la fibra ya se encuentra procesada frente a la que entró.

Gracias a mi trabajo, tengo la suerte de estar permanentemente en contacto con algunas de las *startups* más innovadoras del planeta y he visto, en Israel, prototipos de super-computadores implementados 100% con tecnología fotónica, una de las prioridades actuales de la Comisión Europea, con expectativas muy prometedoras: un solo equipo en un rack de 32U y con un consumo de 5.000 W resulta 65 veces más potente que el mayor supercomputador sobre la Tierra (Frontier, EE.UU., 2022), que consume 21 MW, además de ocupar un espacio de 680 m².

Otra de las tendencias tecnológicas que he tenido la ocasión de ver muy recientemente se centra en la optimización de la generación de espacios dinámicos en 3D, reduciendo la latencia por debajo de los 10 ms y permitiendo así la interactividad en tiempo real del usuario con su entorno físico, haciendo posible la realidad mixta. En este caso, una *startup* belga está desarrollando una tecnología de sensores capaz de reducir la cantidad de energía que necesitan los sensores CCD (cámaras digitales), de varios cientos de fotones por píxel, a un dispositivo que realiza un es-

La adopción generalizada del Metaverso será la transformación más profunda de la humanidad



Inteligencia Artificial y Metaverso

La explosión de la Inteligencia Artificial va a contribuir a que uno de los grandes retos del Metaverso, la generación de contenidos y entornos virtuales, sea mucho más rápida de lo esperado. El uso de avatares generados por IA, e incluso la operación semiautomática de nuestros propios avatares con el apoyo de la IA, por ejemplo mientras dormimos, comemos o vamos al baño, convertirá el Metaverso en una realidad sobre-estimulada que deslumbrará a muchos y confundirá a otros.

Es un ejemplo muy ilustrativo de cómo, poco a poco, esa frontera entre lo físico y lo virtual irá disolviéndose, hasta dar paso a una generación de 'nativos virtuales': personas que, al nacer, tendrán una interacción social y con su entorno indiferenciada entre lo que es real y lo que es generado digitalmente.

caneo serie del entorno, detectando los cambios y movimiento con menos de 10 fotones por punto, gracias a un preprocesado analógico y la conversión a digital solo de la información relevante, en lugar de digitalizar toda la escena.

Esta tecnología, que emula las células de la retina, permite trabajar por encima de un equivalente de 200 fps, permitiendo así no solo la conducción autónoma de vehículos sino también poder manejar cualquier tipo de herramienta física desde dentro del Metaverso, muy útil para la telemedicina, la telerrobótica, e incluso las operaciones de salvamento en catástrofes naturales o las actuaciones en el espacio.

Por último, otra innovación que podría acelerar la adopción del Metaverso es la

tecnología que está desarrollando una *spinoff* de la Universidad de Leuven, en Bélgica, que consiste en una interfaz cerebro-ordenador (BCI) capaz de permitir la visión a personas ciegas, incluso de nacimiento, mediante un pequeño implante en la parte trasera de la cabeza, conectado de manera inalámbrica a unas gafas similares a las de sol, equipadas con cámaras. Aunque existen numerosas iniciativas de BCI en desarrollo (la más famosa, quizás, es Neuralink de Elon Musk), esta iniciativa resulta muy atractiva porque, para entrenar el cerebro de una persona ciega de nacimiento, se necesitará conectar el implante previamente a un entorno virtual con multitud de imágenes y escenas realistas, de manera que esa persona, una vez recuperada la visión, podrá ver exactamente igual 'dentro y fuera' del Metaverso.

Guía del Metaverso

Posiblemente, como indicaba al principio, esta será la mayor revolución social de la humanidad hasta el momento. Nuestra forma de vida, incluso nuestra propia fisonomía corporal, sentidos, capacidades e inteligencia se transformarán para adaptarnos a este nuevo entorno físico-virtual, como ha ocurrido con nuestra especie, y con todas las especies, a lo largo del tiempo.

Como Ingenieros de Telecomunicación, el futuro nos brinda nuevamente una oportunidad única para liderar el cambio y ayudar a mejorar la sociedad.

Para ello, debemos estar siempre informados y conocer no solo las novedades tecnológicas, sino también los distintos puntos de vista, interesados (*stakeholders*) en el mercado e implicaciones de los cambios que se pretenden acometer. Es el momento de ayudar a la sociedad en este 'viaje al Metaverso'. ▴

La frontera entre lo físico y lo virtual irá disolviéndose, hasta dar paso a una generación de 'nativos virtuales'

El comportamiento 'contra-intuitivo' como complemento del sentido común

El comportamiento 'contra-intuitivo' –no existe la palabra compuesta en español– **se manifiesta en sistemas técnico-económicos y sociales** como las organizaciones con las que nos toca lidiar en la vida diaria. No solo en las empresas y administraciones, también en la política o en las relaciones personales.

La dinámica de sistemas, disciplina desarrollada por Jay Forrester, encuentra su aplicación en la resolución de problemas organizativos, dinámicas familiares y establecimiento de políticas en el ámbito económico. El mismo autor aplica esta herramienta en tendencias de población y políticas para crecimiento urbano.

En cualquier sistema social existe normalmente un conjunto de síntomas y una causa fundamental detrás de los mismos. Las actuaciones basadas en el sentido común suelen atajar síntomas y reforzar la causa fundamental, reforzando a su vez de tal forma la sintomatología. Luego en general esa sintomatología se ve aliviada en el corto plazo, pero empeora en el medio y largo plazo. La dinámica de sistemas pretende dar a conocer la estructura subyacente de un sistema social de tal forma que se puedan atajar las causas fundamentales, que son el verdadero problema detrás de la sintomatología que se presenta.

Atajar la causa fundamental suele llevar a un empeoramiento temporal de la sintomatología en el corto plazo, pero a una

mejoría notable a medio y largo plazo. Por ejemplo, cuanto más alto sea el nivel de preparación tecnológica de los diferentes elementos en fábrica, más fácil será su integración posterior en el sitio del cliente, y más rentable desde un punto de vista de recursos materiales y humanos. Aunque inicialmente parezca que conviene reducir el tiempo de desarrollo en fábrica para contentar al cliente, al final esto solo es un engaño, puesto que un sistema mal probado en fábrica no es más que un estorbo en el sitio del cliente.

Pues en efecto, el todo es mayor que la suma de sus partes, no solo ya desde tiempos de Aristóteles. Más recientemente Ludwig von Bertalanffy, artífice de la teoría general de sistemas, sirve de inspiración a unos conceptos introducidos por Edward Crawley, Olivier de Weck y Steven Eppinger, entre otros, que se conocen como comportamiento funcional y comportamiento emergente. Mientras el comportamiento funcional es un comportamiento esperado que resulta de la interacción de los elementos individuales del sistema, el comportamiento emergente aparece sin anticipación.

Por tanto, es recomendable que los elementos vayan bien probados de fábrica y con un alto nivel de preparación tecnológica. Esto minimizará los recursos materiales y humanos necesarios para instalar un sistema en el sitio del cliente, puesto que las tareas que deben llevarse a cabo entonces no se verán perjudicadas por la validación de los elementos individuales y podrán centrarse los esfuerzos en validar el comportamiento funcional y descubrir el comportamiento emergente. Cabe decir que cuanto menos probados vayan los elementos de fábrica, más difícil será diferenciar cuándo un comportamiento indeseado se debe a un fallo individual o global.

Esto es un ejemplo de la ingeniería de sistemas, que también tiene su aplicación en el campo del aprendizaje organizativo. La ingeniería de sistemas es en efecto una disciplina integradora, no propiamente una disciplina de la Ingeniería de Telecomunicación. Involucra múltiples aspectos como ingeniería electrónica, ingeniería mecánica, ingeniería de radiofrecuencia, ingeniería del *software*, ingeniería telemática, etc., y todo ello aderezado con una visión económica. Pensemos, por ejemplo, en el desarrollo de un sistema de adquisición de señales de satélite como el del ejemplo anterior.

Las actuaciones basadas en el sentido común suelen atajar síntomas y reforzar la causa fundamental, reforzando la sintomatología



La Oficina Acelera Pyme del COIT en Andalucía supera las 1.000 asesorías a pymes en dos años

El balance de los dos años de actividad de la Oficina Acelera Pyme (OAP) del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) en Andalucía es muy positivo. En total se han llevado a cabo 1.130 actividades de asesoramiento relacionado con la Transformación Digital de pymes, autónomos y profesionales de diversos sectores productivos.

La mayor parte de la actividad ha correspondido a las consultas sobre el Programa Kit Digital, tanto en acciones individuales de asesoramiento como de sensibilización. En este sentido, los técnicos de la OAP del COIT han llevado a cabo una intensa labor informativa y de asesoramiento sobre aspectos clave como los requisitos de las empresas y autónomos para ser beneficiarios y sus obligaciones, el amplio catálogo de soluciones digitales a las que se puede tener acceso o cómo solicitar estas ayudas.

Además, se han realizado una treintena de jornadas tanto presenciales como digitales, que han conseguido reunir a más de 1.000 inscritos de diferentes perfiles profesionales y sectores.



Convenio de colaboración entre el COIT y la empresa Líneas y Cables

El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) y la empresa Líneas y Cables (LyC) han firmado recientemente un acuerdo de colaboración con el objetivo de canalizar acciones conjuntas entre ambas instituciones. El acuerdo busca fortalecer el intercambio de conocimientos técnicos y el impulso de proyectos conjuntos entre ambas entidades.

LyC es una empresa de instalación y suministro de tecnologías de comunicaciones y de la información con más de 100 empleados y un volumen de negocio de 30 millones de euros en 2022. La compañía tiene una demostrada experiencia en áreas como telecomunicaciones, instalaciones eléctricas, de clima y de seguridad.

En el marco de esta colaboración, se llevarán a cabo diversas actividades conjuntas, tales como la organización de seminarios, jornadas, sesiones técnicas, cursos y congresos. La alianza entre el COIT y LyC busca impulsar la excelencia en el campo de las telecomunicaciones, promoviendo la formación continua y fomentando el intercambio de conocimientos y experiencias entre los profesionales del sector.

El COIT y la UOC se alían para promover la formación en IT

El COIT ha firmado un convenio marco de colaboración con la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) con el objetivo de promover la formación y el desarrollo profesional en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicación.

Entre las modalidades de colaboración contempladas se encuentran la promoción del uso de las tecnologías de la información en la enseñanza superior y continua, la organización de cursos y seminarios, el fomento de la colaboración en la formación y la investigación, y la divulgación de la profesión de Ingeniería de Telecomunicación.

Una de las principales áreas de colaboración será el 'Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación' impartido por la UOC en el que el COIT contribuirá a la formación de los estudiantes mediante charlas y jornadas sobre el ejercicio y el desarrollo profesional. Asimismo, se impulsará la realización de proyectos conjuntos de investigación.

Además, las personas colegiadas podrán acceder a descuentos para acceder a los estudios ofrecidos por la UOC.





Oiane Niebla

Nueva decana del COITPV

«Queremos promover la Ingeniería de Telecomunicación como una **opción atractiva de carrera profesional**»

Promover la Ingeniería de Telecomunicación, fomentar las vocaciones STEM, colaborar con universidades y empresas para adaptar la formación a las necesidades del mercado y combatir la escasez de profesionales en el sector **son, entre otros, los objetivos de Oiane Niebla, la nueva decana territorial del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación del País Vasco.** En esta entrevista profundizamos con ella sobre su misión, objetivos para los próximos cuatro años y la realidad del sector.

¿Cuál será tu misión al frente de la demarcación territorial del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación del País Vasco y de la Asociación de Ingeniería de Telecomunicación en esta Comunidad?

Mi misión principal es ser la cara visible de ambas entidades y velar por el impulso a la profesión regulada de Ingeniero de Telecomunicación. También definir la línea de actuación para los próximos cuatro años junto con mi magnífico equipo. Nuestro camino pretende seguir con el gran trabajo realizado por la junta anterior dando visibilidad y promoviendo la importancia de la Ingeniería de Telecomunicación en la sociedad.

En este sentido, creo firmemente en que el papel de los colegios profesionales es fundamental en el aspecto de la promoción y defensa de los intereses de las profesiones y en la función social

que desempeñan. Una de las razones es porque están bien posicionados para conocer las necesidades de estas y después, entre otras muchas, por su capacidad de conexión y colaboración con todos los agentes de su sector y de la sociedad en su conjunto.

¿Cuál es la situación del Colegio y de la Ingeniería de Telecomunicación actualmente en el País Vasco?

Actualmente, en Euskadi hay unas 400 Ingenieras e Ingenieros de Telecomunicación colegiados. Esta cifra va descendiendo y la razón principal es la escasez de estudiantes en esta rama de la ingeniería. Hace diez años, la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) graduaba aproximadamente 100 profesionales en telecomunicaciones al año, y a ellos se sumaban otros 75 provenientes de la Universidad de Deusto, junto con algunos más de la Universidad de Mon-

dragón. Hoy en día no se alcanzan los 20. Tenemos que actuar en los colegios y escuelas con estudiantes de primaria y ESO y reforzar los extraordinarios resultados que la iniciativa IT22 lleva cosechando con los más jóvenes.

Sin embargo, España, y en nuestro caso Euskadi, enfrenta una alta demanda de Ingenieros e Ingenieras de Telecomunicación, y nuestra contribución al desarrollo tecnológico es ampliamente reconocida en todo el mundo.

¿Existe, entonces, escasez de profesionales?

Sí, claramente. Estamos experimentando una clara falta de profesionales de telecomunicaciones. Hay una brecha entre la demanda y la oferta. Por ello, uno de los aspectos en los que vamos a estar muy enfocados va a ser el fomento de las vocaciones STEM entre los jóvenes y promover la Ingeniería de Telecomunicación como una opción atractiva de carrera profesional. Para ello, marcaremos acciones de colaboración entre el sector empresarial, los colegios profesionales, las instituciones educativas y la administración.



Estamos experimentando una falta evidente de profesionales en telecomunicaciones

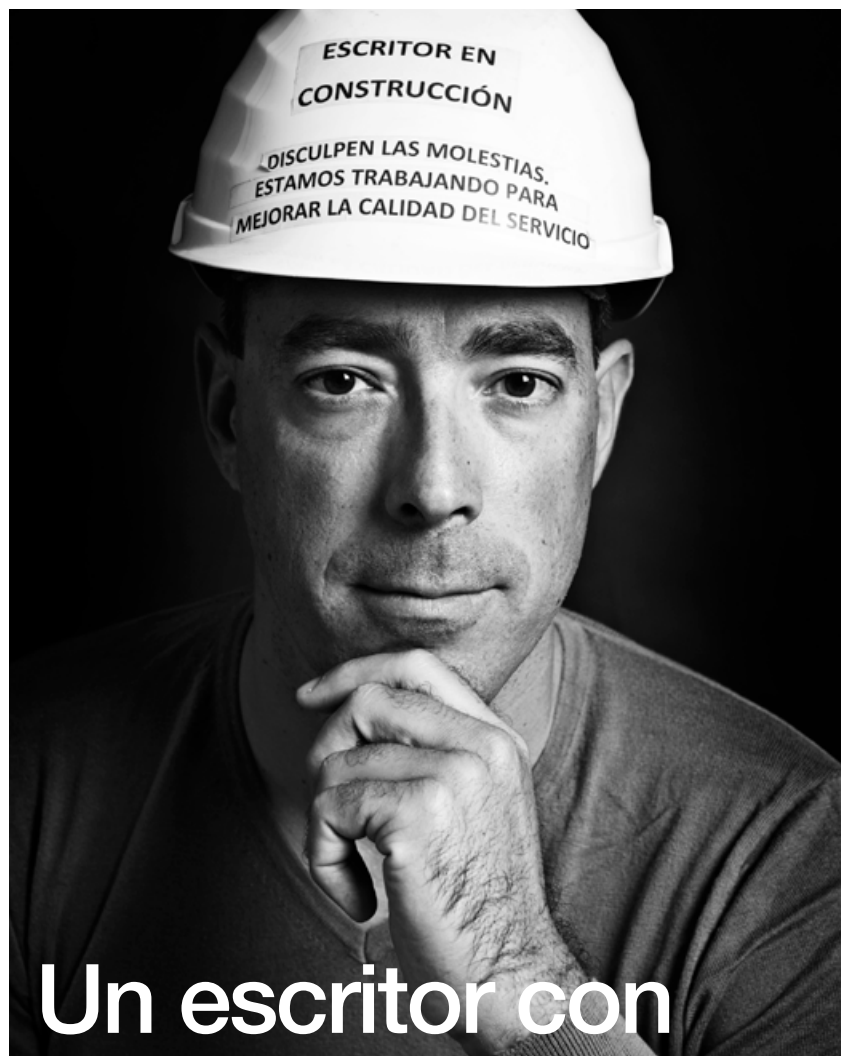
Felipe Ortín

FELIPE ORTÍN.

Ingeniero de
Telecomunicación y escritor.

Puede decirse que Felipe Ortín es, en realidad, varios 'Felipes'. Es decir: está el Felipe Ingeniero, el Felipe Escritor, el Felipe Actor y otros 'Felipes' dentro de un mismo individuo. Nada que ningún otro ser humano no tenga en su propia personalidad, ya que cada uno de nosotros actuamos de una u otra manera en función de la situación en la que estemos o el *hobby* que practiquemos en algún momento.

El mundo ya tiene suficientes dramas, así que intento mejorarlo sacando sonrisas y alegrando a mis lectores con lo que cuento



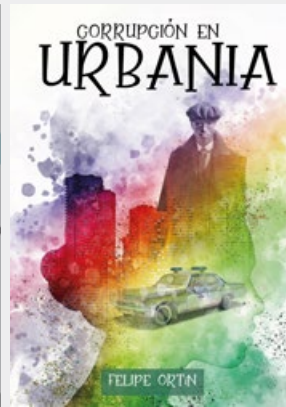
Un escritor con sentido del humor

Nací en 1971 y viví en Tenerife hasta 1989, momento en el que me marché a Barcelona para, nada más y nada menos, estudiar Ingeniería de Telecomunicación en la UPC. Una carrera que elegí por mi curiosidad natural sobre cómo funcionan las cosas y, particularmente, por el misterio que encerraba saber cómo era posible tomar una señal generada en un punto, transportarla por cualquier medio y, de pronto, poder reproducirla en otro punto del Universo a miles de kilómetros de distancia. ¡Maravillas de la ciencia!

Aparte de esta curiosidad por la tecnología, dentro de mí están las otras per-

sonalidades, que me han llevado a ser portero de fútbol con lumbago; alpinista roto y evacuado del Everest; cooperante barbudo en Guatemala, Bolivia y Perú; cocinero chamuscado; marido por sorpresa; bailarín de Bollywood desacompañado; actor mindundi y, finalmente, escritor de tres divertidas novelas (al menos hasta la fecha), cuya intención es la de sacar sonrisas a mis lectores, además de hacerles pensar mientras leen.

En definitiva, que Felipe Ortín, aparte de vivir de la Ingeniería de Telecomunicación, está tratando de vivir del cuento... De los que escribe, concretamente.



Cómo y cuándo empecé a escribir

Aunque el trabajo de Ingeniero de Telecomunicación puede ser apasionante, pues los proyectos pueden abarcar un amplio abanico de campos y pueden ser muy distintos unos de otros, tras 20 años trabajando en diversas empresas llegó un momento en que la rutina diaria la absorbía el trabajo, de manera que llegó un punto en que los días se convertían en: levantarme, trabajar, alimentarme, respirar oxígeno para no morirme, atascarme en el tráfico de Barcelona, volver a casa y dormir para, al día siguiente, repetir lo mismo.

Suele decirse que detrás de un gran hombre hay una gran mujer (no es que me considere un gran hombre), pero el dicho es erróneo. La mujer nunca está detrás, siempre está por delante del hombre y cuando uno va, ella ya ha vuelto de allí. Fue entonces cuando mi esposa me preguntó un buen día: “¿Tú no tienes otras aficiones más que trabajar?”. Este fue el punto de inflexión y de reflexión. ¡Cierto! El día era el trabajo. ¿Qué había más allá de eso? Pues... ¡nada!

Sin embargo, dio la coincidencia que por esas fechas había escrito varios correos relatándole a mi gente desgracias que me pasaban: cómo me rompí un tobillo en el Everest y fui rescatado; qué pasó el día que metí friegasuelos en la

lavadora; el efecto de lavarme los dientes con Hemoal en lugar de pasta de dientes o, viceversa, intentar afeitarme con pasta de dientes...

En definitiva, meteduras de pata que tenía y que, redactadas por mí, causaban hilaridad a quienes les escribía. Y así fue como descubrí que me gustaba escribir y, no solo eso, sino que, además, hacía reír con mis escritos. ¡Ahí empezó la aventura!

De qué van mis novelas

Podría decir que de humor. Sin embargo, eso tan solo es la línea que sigo para escribir historias muy serias. Es decir, el mundo ya tiene suficientes dramas, así que intento mejorarlo sacando sonrisas y alegrando a mis lectores con lo que cuento..., aunque mis tres novelas tienen más seriedad de la que parece cuando le quitas la risa y, sobre todo, mucha crítica.

A modo de resumen

‘Idus de Julio’ es la historia de un ejecutivo que piensa que uno de sus tres mejores amigos le está engañando con su mujer mientras, al mismo tiempo, en su trabajo, está luchando por ser el director general de su empresa, aunque tiene un competidor que también quiere esa misma plaza, lo que se convierte en una lucha de puñaladas traperas para conseguir el

cargo. En definitiva, dos tramas que todos tenemos, la laboral y la sentimental, enlazadas, que llevan al protagonista a ser un pobre desgraciado al que le pasan múltiples desventuras. Todo contado con una gran dosis de humor e ironía para criticar situaciones del sistema laboral que nos hacen olvidar que vida solo hay una y que, si no la aprovechamos, llegará un punto en el que recapacites y caigas en la cuenta de que la has desperdiciado.

‘Gabriel, Arcángel de la Guarda’ narra la historia de Jesús de Nazaret pero desde un punto de vista diferente: desde el punto de vista de su ángel de la guarda, en este caso el arcángel Gabriel, que es enviado por Dios para proteger a Jesús durante su periplo por la Tierra, desde que nace hasta que muere. Esto hace que la historia tenga dos partes. Una, divertida, en la que Gabriel se mete en múltiples líos por tratar de proteger a Jesús. Otra, la sería, en la que imagino cómo pudo haber sido Jesús.

Es decir, si la religión es filosofía más misticismo, le quito el misticismo, me quedo con la filosofía y con el personaje de Jesús e imagino a un tipo simpático, campechano, con sus seguidores y... ¡seguidoras! (que creo que se las dejaron olvidadas en alguna parte). Una historia divertida, tierna y con una revisión más humana de la figura del nazareno que la tradicional que nos cuenta la Iglesia.

‘Corrupción en Urbania’ es una novela policiaca, con tintes de Mortadelo y Filemón, en la que dos agentes deben investigar el supuesto suicidio de un banquero que se dispara con una escopeta de caza en el pecho. De ahí van surgiendo casos de corrupción dentro del gobierno de Urbania que llegan a salpicar al propio presidente del país. ¡Vamos, una cosa que no ha pasado nunca jamás en ningún sitio!

En definitiva, tres historias completamente diferentes, cuyo único nexo de unión es el humor y la crítica a diversos aspectos de la vida con la que espero que mis colegas de profesión de la Ingeniería de Telecomunicación puedan divertirse y reflexionar con ellas. ▀

Mis novelas son tres historias completamente diferentes, cuyo único nexo de unión es el humor y la crítica a diversos aspectos de la vida

JOSÉ MIGUEL ROCA. Ingeniero de Telecomunicación.

Inteligencia Artificial 2023

1



Datos y tendencias sobre IA

Artificial Intelligence Index Report 2023. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence – HAI. 2023. 386 páginas.

El informe recopila, analiza y visualiza datos relacionados con la Inteligencia Artificial. Entre sus conclusiones destaca que la industria va por delante del mundo académico; que el número de incidentes relacionados con el uso indebido de la Inteligencia Artificial está aumentando rápidamente; que la demanda de competencias profesionales relacionadas con la tecnología se incrementa en prácticamente todos los sectores industriales estadounidenses; que por primera vez en la última década la inversión privada interanual en Inteligencia Artificial ha disminuido y que el interés de los responsables políticos por la Inteligencia Artificial va en aumento.

Adopción de la IA en las empresas

The state of AI in 2022 – and a half decade in review. Mckinsey. 2022. 21 páginas.

La adopción de Inteligencia Artificial por parte de las empresas se ha multiplicado por más de dos desde 2017. No obstante, el porcentaje de organizaciones que utilizan la tecnología se ha estancado entre el 50 y el 60% en los últimos años. Las empresas líderes en adopción de Inteligencia Artificial están realizando mayores inversiones en la tecnología, aplicando prácticas avanzadas que permiten un desarrollo más rápido y a mayor escala y mostrando signos de tener mejores resultados en el competitivo mercado del talento.



2

3



Uso de IA en las empresas españolas

Uso de inteligencia artificial y big data en las empresas españolas. 2023. ONTSI. 49 páginas.

Análisis de como el tejido empresarial español está adoptando tecnologías como Inteligencia Artificial y Big Data y situación de los datos en el contexto europeo. Destaca las siguientes conclusiones: crece el uso de Inteligencia Artificial entre las entidades hasta el 11,8%; también aumenta el número de compañías que analizan Big Data, hasta casi el 14%; y este desarrollo tecnológico de las empresas se traduce en más contratos de personal especializado.

IA en el arco mediterráneo

El impacto de la Inteligencia Artificial en los países del arco mediterráneo. VRAIN-Universitat Politècnica de València y Geomett. 2023. 68 páginas.

La Inteligencia Artificial generará unos ingresos en 2030 de 246 billones de dólares en los países del arco mediterráneo, un 15% del total mundial (1.591 billones de dólares). El informe también muestra la importancia que la tecnología va a tener en los países del arco, así como sus beneficios en las áreas de salud, meteorología, medio ambiente, tercera edad, educación y sector público. Y señala el bajo nivel de aplicación de la Inteligencia Artificial en las empresas del área geográfica.



4

5



IA generativa

A new frontier in Artificial Intelligence. Implications of Generative AI for businesses. Deloitte AI Institute. 2023. 36 páginas.

Al igual que el teléfono inteligente e internet, la Inteligencia Artificial generativa está a punto de redefinir la relación entre el ser humano y la tecnología. Con ella, más del 10% de los datos serán generados por la Inteligencia Artificial en 2025, lo que anuncia una nueva era. Esta tecnología puede imitar el proceso creativo humano, establecer una relación más profunda entre los seres humanos y la tecnología y añadir conciencia contextual y toma de decisiones de tipo humano a los flujos de trabajo empresariales.

Computación cuántica e IA

Quantum Computing e Inteligencia Artificial: la revolución silenciosa. Fundación Innovación Bankinter. 2023. 58 páginas.

La combinación entre las tecnologías cuánticas y la Inteligencia Artificial provocará la próxima gran revolución tecnológica. Los expertos predicen que en 2025 la ingeniería cuántica ya estará implantada en varios ámbitos, no solo empresariales, para aumentar la eficiencia, así como en la enseñanza. Y en diez años habrá soluciones de computación cuántica e Inteligencia Artificial para diversos sectores industriales.



6

Ek SOLUCIONES
TECNOLÓGICAS

Ek EKSELANS BY ITS

 CABECERACM



 EKHOTELTV



 EkHEALTH



 EkCAST



 OTTBYEK



 EKOAX
Plus



 GPON
by Ek



 WIFIBYEK



 HOTSPOTBYEK



ENTRA EN EL MUNDO EK.
EXCLUSIVO PARA PROFESIONALES

© www.ek.plus

 @Ekselans by ITS
 @ekplus



■ PRINCIPADO DE ASTURIAS

La primera Olimpiada de Teleco reunieron el pasado 26 de mayo en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón a alumnos de la ESO de centros de Gijón, Nava, Noreña y Cantabria. Este evento contó con el patrocinio de la Delegación en Asturias de la Asociación de Ingenieros de Telecomunicación. Se trata de una campaña de ámbito nacional que tiene como fin de incentivar este tipo de ingeniería entre los jóvenes estudiantes de Secundaria a través de las universidades de cada región. “Este evento supone una oportunidad para que los alumnos de instituto conozcan la titulación de Ingeniería en Telecomunicación que, a día de hoy, es bastante desconocida”, declaró Miguel Fernández, coordinador del grado de Telecomunicaciones de la Escuela y encargado de la organización de las olimpiadas a nivel local.

■ GALICIA

El COETG realizó el pasado 16 de mayo la jornada virtual ‘Conectividad global efectiva’ en conmemoración del Día Mundial de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, que coincide en fecha con el Día das Letras Galegas. Con la colaboración de la asociación PuntoGal, y bajo el lema ‘Potenciar a los países menos adelantados a través de las TIC’, el debate contó con la asociación Ingeniería sin Fronteras de Galicia como entidad invitada. Puede verse en <https://bit.ly/conect23>



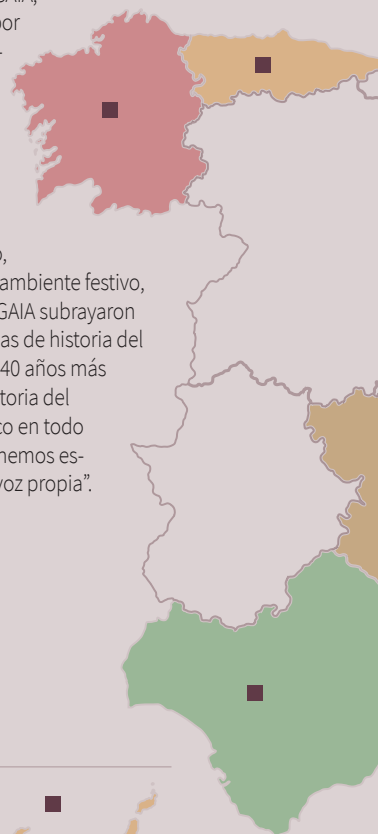
Por otro lado, el 2 de junio se celebró el acto de graduación del alumnado del Grado y del Máster en Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Vigo. En representación del Colegio y de la Asociación asistió el decano y presidente de estas instituciones, Julio Sánchez Agrelo.



■ PAÍS VASCO

Más de 300 personas se dieron cita en Palacio Euskalduna de Bilbao para participar en el evento conmemorativo del 40 aniversario del Clúster de Industrias del Conocimiento y Tecnología de Euskadi, GAIA, que fue clausurado por la consejera de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, Arantxa Tapia.

Durante el encuentro, que se desarrolló en ambiente festivo, los responsables de GAIA subrayaron que las cuatro décadas de historia del Clúster “han sido los 40 años más vertiginosos en la historia del desarrollo tecnológico en todo el mundo, y en ellos hemos estado presentes, con voz propia”.



■ ANDALUCÍA OCCIDENTAL Y CEUTA

Un entorno colaborativo y de negocio, un programa en el que primó el *networking* y casi 500 agentes activos del ámbito tecnológico y la innovación fueron los ingredientes de éxito de la XXI Noche de las Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, el evento anual que celebra en Sevilla la Asociación de Ingenieros de Telecomunicación de Andalucía Occidental (ASITANO), con la especial colaboración del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de Andalucía Occidental y Ceuta (COITAOC).

■ CANARIAS

El pasado 3 de junio se celebraron la asamblea general ordinaria de la ACIT, la asamblea general ordinaria de la demarcación del COIT en Canarias y el encuentro provincial de Ingenieros de Telecomunicación en Canarias en la Finca Mac-kay. A esta jornada conjunta asistieron 60 compañeros de Gran Canaria, la Palma, el Hierro y de Santa Cruz de Tenerife.



■ ARAGÓN



Los alumnos de bachillerato decidirán dentro de poco qué estudiarán, y la Ingeniería de Telecomunicaciones es una opción de carrera con mucho futuro pero a veces desconocida. Por eso Fernando Tomás Casado explicó el pasado 25 de abril a los alumnos del Colegio Dominicos qué hace un Ingeniero de Telecomunicación y cómo con estos estudios pueden llegar a cambiar el mundo y mejorar la calidad de vida

de las personas, una dimensión social a veces obviada pero fundamental. Las oportunidades laborales, cada vez mayores, también animarán a los jóvenes a decantarse por una profesión que está transformando nuestro mundo.

■ CATALUNYA

El pasado 1 de junio tuvo lugar en Barcelona el encuentro anual entre el decanato-delegado del Col·legi Oficial d'Enginyers de Telecomunicació a Catalunya y las escuelas de Ingeniería de Telecomunicación y centros tecnológicos territoriales.

La reunión contó con la participación de destacados representantes del ámbito académico y tecnológico. El decano-delegado,

Francisco Viviani, encabezó la representación del Colegio, continuando con el compromiso del mismo con la promoción de los estudios de Ingeniería de Telecomunicación en Catalunya



■ ANDALUCÍA ORIENTAL Y MELILLA



Con motivo del Día Mundial de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información el pasado 17 de mayo, la Universidad de Málaga organizó con el apoyo del COIT una jornada para conmemorar esta fecha. El acto fue inaugurado por el rector de la Universidad de Málaga, José Ángel Narváez, y moderado por el profesor Fali Godoy Rubio, director de la ETS de Ingeniería de Telecomunicación de dicha universidad. Por su parte, Doreen Bogdan-Martin, secretaria general de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, por sus siglas en inglés), apuntó en su intervención que el desarrollo de las telecomunicaciones debe ser sostenible para ayudar a la construcción de un mundo más universal y accesible.

■ CASTILLA-LA MANCHA

El pasado 5 de mayo se celebró en Madridejos el III Foro de las Telecomunicaciones de Castilla-La Mancha, presidido por el vicepresidente de la Junta, José Luis Martínez Guijarro, y el consejero de Desarrollo Sostenible, José Luis Escudero.

Durante el evento se celebraron diversas mesas redondas que abordaron el futuro de las telecomunicaciones en la región. Más información en <https://telecomunicaciones.castillalamancha.es/iii-foro-telecomunicaciones>



Igualmente, el 6 de junio tuvo lugar en Albacete la entrega de los Premios Regionales de Medio Ambiente, en el que una de las menciones especiales recayó en Juan Carlos López, vicedecano del COIT y Decano territorial en Castilla-La Mancha, por su trayectoria profesional impulsando las telecomunicaciones y la innovación TIC en Castilla-La Mancha.

■ COMUNIDAD VALENCIANA

Con el objetivo de reunir a las personas más cualificadas para analizar la situación de las TIC en la Comunidad Valenciana, el periódico digital Valencia Plaza, con el patrocinio de la Asociación Valenciana de Ingenieros de Telecomunicación, AVIT, Colegio Oficial de Ingeniería Informática de la Comunitat Valenciana, COII-CV, y de la Asociación Valenciana de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, AVITT, organizaron el miércoles 17 de mayo, con motivo del Día de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información, una mesa de debate que contó con representantes de administraciones públicas, empresas privadas y organizaciones empresariales representativas del sector.



MANOLO GAMELLA

El triunfo del verdejo

Recuerdo que, allá por 1984, en un curso de cata en agrónomos de la Politécnica madrileña, los profesores nos presentaron un día unos vinos nuevos que empezaban a embotellarse alrededor de Rueda (Valladolid), una zona con denominación de origen desde 1980 moderadamente conocida hasta entonces por sus blancos ‘dorados’ criados al estilo de Jerez.

Los nuevos ruedas eran vinos jóvenes, de color pajizo con reflejos verdes, aromas frutales y vegetales (hinojo...), acidez fresca y un gusto final suavemente amargoso, obtenidos total o principalmente de una uva llamada verdejo. Esta variedad, adaptada a suelos cascajosos y al clima continental, era tradicional en la comarca, pero estaba siendo desplazada por la palomino, más productiva, hasta el punto de que las primeras etiquetas del nuevo producto indicaban “rueda superior” si llegaban a 80% de verdejo. Esta aclaración fue pronto innecesaria porque las ventas impulsaron nuevas plantaciones, que ahora hacen de esta tierra un verdadero mar de viñedos, sobre todo en espaldera para facilitar la vendimia mecanizada, incluso nocturna.

Pedir un rueda o un verdejo es hoy habitual a la hora de tomar un vino blanco. Cuatro de cada diez blancos consumidos en España tienen este origen, cuya producción de uva pasó de 32 a 164 millones de kilos entre 2003 y 2022 y, aunque su co-

nocimiento sea aún incipiente en el extranjero, las exportaciones crecen superando ya el 10%.

El éxito, basado en una excelente relación calidad/precio,

ha estimulado la creación o adquisición de bodegas en la zona por conocidas empresas de otras partes (Rioja, Jerez...) y plantaciones de verdejo empiezan a verse también en otras regiones.

Todo un ejemplo. Que no decaiga.



vinos



ATANASIO CARPENA

Confidencias de medianoche

Dirección:
Michael Gordon, 1959

Soltería, promiscuidad, embarazo, dormitorios y baños de espuma colisionaban frontalmente con el Hollywood del código Hays, de la censura y de las restricciones pasadas. Las pantallas partidas anunciando triángulos, sus conversaciones ligeramente picantes y los dobles sentidos constantes acabaron por dar carta de naturaleza a una película que vaticinaba cambios en la industria del cine en una década, los 60, que albergará la liberación sexual y la transformación sociocultural. Y todo por una línea compartida.



Voces de muerte

Dirección:
Anatole Litvak, 1948

En las intrincadas redes de una gran ciudad, el teléfono es la unión invisible entre un millón de vidas. Es el servidor de nuestras necesidades comunes, el confidente de nuestros secretos más ocultos. Tras su llamada esperan la vida, la felicidad, la soledad y la muerte. En esta película conviven dos distintas. Una desarrolla el ejercicio de suspense que Louise Fletcher escribió para la radio y ofrece los arquetipos. La otra gradúa esos arquetipos enfrentándolos en un contexto ambiental y social a modo de radiografía psicológica. El conjunto está perfectamente diseñado para inquietar al espectador. La fotografía de un carácter fuertemente expresionista y los certeros planos secuencia para recorrer las estancias de los personajes completan la sensación de intriga.

Más de cada una de estas películas en la filmoteca del Foro Histórico de las Telecomunicaciones, disponible en la web del COIT.

fht)
Foro Histórico de las Telecomunicaciones

cine

JOSÉ MONEDERO

► Pradilla y la historia

Francisco Pradilla, pintor aragonés que desarrolló su obra a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, triunfó internacionalmente con impactantes obras de pintura histórica como 'Doña Juana la Loca', obra maestra de este género, que recoge con gran dramatismo el traslado del ataúd del rey Felipe el Hermoso, en el que el viento y el humo que envuelven el féretro parecen llegar hasta el visitante de la sala 75 del Museo del Prado, institución que dirigió entre 1896 y 1898.

Recientemente, el Museo de la Historia de Madrid, en conmemoración del centenario de su fallecimiento, ha expuesto importantes pinturas de Pradilla desconocidas para el



gran público, como 'El suspiro del moro', obra que no permite mantenerse impasible ante la aflicción de Boabdil al abandonar Granada, o 'La rendición de Granada', pintura encargada en 1878 por el Senado de la que realicé un apunte durante mi visita al museo.



Aviso para rezagados: hasta el 23 de octubre el Museo del Prado expone en su sala 60 ocho obras de Pradilla. Cuando vayáis, no dejéis de visitar la

antes mencionada sala 75 donde, además de 'Doña Juana la Loca', están el 'Fusilamiento de Torrijos' y el 'Príncipe de Viana', entre otras.

MÓNICA PREGO

► Tarta de almendra (tipo tarta de Santiago)

Ingredientes para hacer tarta de Santiago:

- 4 huevos
- 200 g de azúcar (250 g para la tarta de Santiago original)
- 1 pizca de sal
- Ralladura de 1 limón
- ½ copita de licor (brandi)
- 250 g de harina de almendra
- 1 cucharadita de levadura tipo Royal
- Azúcar glasé para espolvorear

Una de las tartas más conocidas y emblemáticas de Galicia es la tarta de Santiago. Es una receta realmente sencilla y se necesitan muy pocos ingredientes para hacerla. La única consideración, si queremos hacer la auténtica tarta de Santiago, es que debemos de respetar las proporciones de los ingredientes. En esta ocasión le haremos alguna modificación, reduciendo la cantidad de azúcar y usando un poco de levadura, para conseguir una textura más esponjosa y un sabor menos dulce.

Encendemos el horno a 180 °C y en un bol ponemos el azúcar con los huevos y los batimos hasta que estén espumosos. A continuación, añadimos una copita de licor, la ralladura de limón y mezclamos. Finalmente echamos los 250 g de harina de almendras con la levadura y lo mezclamos todo.



Lo echamos en un molde de tartaleas y lo horneamos a 180 °C durante media hora.

Los retiramos del horno, desmoldamos y dejamos enfriar. Finalmente, espolvoreamos azúcar glasé y ¡lista para servir!

(Para la versión auténtica usaremos el molde de la cruz de Santiago encima).

*Muchas más recetas en el blog de Mónica Prego: www.pandebroa.es

37ºAMETIC ENCUENTRO DE LA ECONOMÍA DIGITAL Y LAS TELECOMUNICACIONES #SANTANDER37

Bajo el lema '50 años impulsando la transformación de España', esta edición tendrá un formato híbrido, en parte virtual y en parte presencial. Se trata de uno de los acontecimientos más relevantes del calendario de la digitalización de España, y reúne a los principales actores de un sector fundamental para la economía nacional y europea. El Encuentro cuenta con el apoyo de la IMP y su asistencia equivale a un módulo de 18 horas lectivas. **Del 30 de agosto al 1 de septiembre en Santander**
<https://ametic.es/evento/santander37/>

AIRSPACE INTEGRATION CONGRESS 2023

Es el congreso internacional de navegación aérea que congrega a los mejores profesionales del sector. Este congreso es una asociación de la Organización de Servicios de Navegación Aérea Civil (CANSO) con la Asociación de Control de Tráfico Aéreo (ATCA). **Del 25 al 27 de septiembre en IFEMA Madrid.**
<https://www.ifema.es/airspace-integration-congress>

SMART ENERGY CONGRESS

El congreso anual europeo para la mejora de la eficiencia energética y sostenibilidad reunirá a consultoras de referencia, compañías energéticas, líderes de la industria tecnológica, *startups* y responsables de grandes proyectos para debatir sobre tendencias, retos y oportunidades para mejorar la eficiencia y competitividad energética con la aplicación de tecnologías como la Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas o el 5G. **Los días 4 y 5 de octubre en IFEMA Madrid.**
<https://enertic.org/congreso2023/>

TURITEC

La Universidad de Málaga organiza el XIV Congreso Internacional de Turismo y TIC, con el objetivo de fomentar el intercambio de conocimientos en TIC aplicadas al turismo. Digitalización, movilidad, distribución turística, Inteligencia Artificial, sostenibilidad y nuevas realidades son algunos de los ejes temáticos que abordarán conjuntamente investigadores universitarios del ámbito tecnológico y profesionales del sector turístico. **Los días 19 y 20 de octubre en Málaga.**
<https://turitec.es/>

VALENCIA DIGITAL SUMMIT 2023

Bajo el lema 'Building the Good Future', esta sexta edición de Valencia Digital Summit mostrará cómo la tecnología, la innovación y la digitalización están construyendo, transformando e impactando positivamente en la sociedad y qué papel tienen para abordar los principales retos sociales y económicos. El evento prevé superar los 12.000 asistentes presenciales, 450 ponentes de prestigio internacional y más de 1.500 *startups*.
<https://valenciadigitalsummit.com/>

SMART CITY EXPO WORLD CONGRESS

El acontecimiento internacional más relevante en el ámbito de las ciudades inteligentes y la innovación urbana contará con un espacio de congreso y un espacio expositivo. Participarán personas y organizaciones destacadas implicadas en la gestión local de los territorios y se mostrarán soluciones innovadoras en el campo de las políticas públicas y de las tecnologías para la gestión urbana. **Del 7 al 9 de noviembre en Fira de Barcelona.**
<https://www.smartcityexpo.com/>

SmartKom

Filtra, mezcla, amplifica y equilibra
en una única pulsación

R E A D J U S T A U T O S C A N



Amplificadores inteligentes que combinan las funciones de varios dispositivos de una instalación TV, al filtrar, mezclar, amplificar y equilibrar la señal TDT **presionando un solo botón.**

DISEÑADO PARA DISTRIBUCIÓN DE TV EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES.



Todo en uno



Ajuste automático



Alta selectividad entre canales



Rechazo de señales 4G/5G



Configuración con ASuite

Mantenemos a las comunidades y empresas conectadas

a través de nuestro programa Towers for Good

En Vantage Towers impulsamos la transformación digital de Europa facilitando la conectividad.

Estamos comprometidos con una sociedad mejor conectada a través del desarrollo económico y social.

Nuestra iniciativa Towers for Good tiene como objetivo conectar a las comunidades rurales, fomentar el desarrollo y permitir la creación de empleo. El año pasado, establecimos conectividad móvil y de banda ancha para unos 200 residentes en la isla de Cape Clear (Irlanda).

Nuestra asociación comunitaria sostenible no sólo revoluciona la forma de vivir y trabajar de los residentes, sino que también repercute en las islas vecinas y en las zonas de difícil acceso de la costa irlandesa. Los servicios esenciales, las empresas locales y los sectores de la pesca y la navegación pueden beneficiarse ahora de la conectividad de alta velocidad. Esta es una de las muchas maneras en que estamos creando una sociedad digital sostenible y conectada. Conectemos juntos Europa.

