



Coordinado por

Javier García Martínez

Prólogo de

María del Pino y Calvo-Sotelo

INNOVACIÓN CON FUTURO

Las **10** tecnologías imprescindibles
para adaptar tu modelo de negocio
a las nuevas oportunidades

Todo lo que necesitas saber sobre inteligencia artificial, nanotecnología, computación cuántica, genética, algoritmos y las tecnologías del futuro

Innovación con futuro

Las 10 tecnologías imprescindibles
para adaptar tu modelo de negocio
a las nuevas oportunidades

Coordinado por Javier García Martínez



INTEC 2023

La lectura abre horizontes, iguala oportunidades y construye una sociedad mejor. La propiedad intelectual es clave en la creación de contenidos culturales porque sostiene el ecosistema de quienes escriben y de nuestras librerías. Al comprar este libro estarás contribuyendo a mantener dicho ecosistema vivo y en crecimiento.

En **Grupo Planeta** agradecemos que nos ayudes a apoyar así la autonomía creativa de autoras y autores para que puedan continuar desempeñando su labor. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

© Fundación Rafael del Pino, 2024. Coordinado por Javier García Martínez

© Centro de Libros PAPP, SLU., 2024
Gestión 2000 es un sello editorial de Centro de Libros PAPP, SLU.
Av. Diagonal, 662-664
08034 Barcelona
www.planetadelibros.com

Primera edición: marzo de 2024
Depósito legal: B. 1.651-2024
ISBN: 978-84-9875-571-8
Impresión y encuadernación: Gómez Aparicio Grupo Gráfico
Printed in Spain - *Impreso en España*



Índice

00.

**Análisis y
hoja de ruta**

Pág. 8

01.

**IA generativa en
busca de modelos
de negocio**

Pág. 26

02.

**Los nuevos
textiles**

Pág. 64

03.

**ARN
mensajero**

Pág. 98

04.

**Tecnología
contra incendios
forestales**

Pág. 130

05.

**La reinención
del hogar y la
construcción**

Pág. 170

06.

**La era de la
computación
cuántica**

Pág. 210

07.

La ciberseguridad

Pág. 250

08.

**Diagnóstico
inteligente**

Pág. 290

09.

**Redes privadas
5G y Wi-Fi 7**

Pág. 332

10.

**Reactores
modulares
para la energía
nuclear**

Pág. 374

Javier García Martínez



Desde el año 2019, en la Cátedra de Ciencia y Sociedad de la Fundación Rafael del Pino trabajamos para dar voz a los expertos con el fin de construir una guía con la que transitar hacia un sistema productivo más competitivo y diversificado, basado en el conocimiento. El informe que tienes en tus manos es, por lo tanto, un trabajo riguroso de análisis y presentación de diez tecnologías que, según algunos de los más destacados científicos y tecnólogos de nuestro país, representan una oportunidad excepcional para la mejora de nuestra industria, empleo y, en general, de nuestra economía.

En las páginas de este informe descubrirás nuevas ideas, información actualizada y una hoja de ruta basada en diez tecnologías que ofrecen innumerables oportunidades a nuestro país. Algunas están tan pegadas a nuestro terreno como las nuevas tecnologías contra los incendios; desde aquellas destinadas a su prevención y monitorización, hasta aquellas que nos permiten luchar contra los fuegos más difíciles de extinguir. Otras, sin embargo, están cosidas a nuestra esencia como los tejidos inteligentes que ofrecen infinitas posibilidades a la moda española, que permiten su conexión a la red y la reinención de todo tipo de superficies en espacios interactivos. De la misma manera, los nuevos materiales y tecnologías para el hogar y la construcción son una oportunidad excepcional para reimaginar un sector clave de la economía española. De tales tecnologías pueden beneficiarse nuestras empresas para mejorar su oferta, diferenciarse de sus competidores y ofrecer prestaciones únicas de ahorro energético y de mejora de la confortabilidad. No me resisto a invitarte a que te sumerjas en las oportunidades que ofrecen las nuevas vacunas basadas en el ARN mensajero, el verdadero protagonista de la lucha contra la COVID-19, pero que ahora se está utilizando para luchar contra el cáncer y las enfermedades autoinmunes. Finalmente, y para no destacar aquí todas las tecnologías que presentamos en este informe, quiero mencionar que hemos decidido incluir en la lista de este año la energía nuclear, animados por los avances que se han producido en los últimos meses en el campo de la fusión nuclear, que si bien parece un destino lejano, constituye una oportunidad inexcusable para un país que importa buena parte de la energía que consume.

La presentación del informe de este año coincide de nuevo con un contexto nacional e internacional que no favorece el cambio que proponemos. Los nuevos focos de tensión geopolítica marcados por la

entrada de nuevos actores que no aceptan la situación hegemónica generada tras la caída del muro de Berlín, la persistencia de la guerra en Ucrania, un escenario de alta inflación, los continuos cambios en las normativas, la inestabilidad política y la imposibilidad para llegar a acuerdos importantes, suponen dificultades añadidas para poder planear, priorizar y llevar a cabo un cambio de modelo económico. Sin embargo, este cambio es no solo necesario, sino urgente, para salir del ciclo de temporalidad y baja productividad de nuestro mercado de trabajo, de la baja competitividad de nuestras empresas y de nuestra dependencia de materias primas, energía y tecnología extranjeras. Con todo esto en mente, hemos seleccionado aquellas innovaciones que presentan el mayor potencial para revitalizar nuestro sector productivo, fortalecer sectores afines y crear nuevas industrias que contribuyan a diversificar nuestra economía.

Hemos cuidado mucho la estructura, estilo y redacción de esta obra para facilitar su comprensión y hacerla más atractiva. Cada capítulo está dedicado a una de las tecnologías que han seleccionado nuestros expertos y está pensado y escrito desde un enfoque riguroso, pero a la vez con un lenguaje sencillo. Como habrás visto al ojear este libro, contiene numerosas figuras, tablas y gráficos que hemos diseñado para ayudarte a comprender aspectos complejos y a poner en contexto las oportunidades y retos que presenta cada tecnología. Además, hemos incorporado infografías para proporcionar una explicación visual sobre las distintas tecnologías y sobre cómo éstas pueden contribuir a mejorar la competitividad de la economía de nuestro país. Cada capítulo finaliza con un análisis sobre el encaje de cada una de estas tecnologías en el tejido industrial español. Para ello incluimos ejemplos de empresas que están desarrollando productos o servicios basados en cada uno de los avances que presentamos en esta obra.

Este informe es un viaje por un futuro diverso e ilusionante de la mano de tecnologías que todavía no están al alcance de los consumidores, pero que son la base de empresas que están transitando el camino entre el laboratorio y el mercado. De hecho, las tecnologías emergentes que seleccionamos y explicamos en INTEC desde 2019 se encuentran en ese punto intermedio entre los descubrimientos científicos y las soluciones comerciales. Todas ellas están en ese momento, crucial y difícil de identificar, en el que un descubrimiento científico sale del laboratorio para convertirse en una oportunidad de negocio. Este aspecto es precisamente lo que otorga a esta obra un valor característico y diferencia este informe de otros esfuerzos relacionados, destinados a comentar los grandes descubrimientos del año o analizar industrias consolidadas. La verdadera contribución de nuestro trabajo es precisamente identificar las tecnologías en ese momento mágico en el que un descubrimiento pasa a ser el germen de una nueva industria.

Y eso no es nada fácil; por eso quiero dar las gracias muy sinceramente a nuestro comité de expertos que nos ayudan a identificar, año tras año, aquellas tecnologías que emergen como nuevas oportunidades y a explicarlas de forma sencilla y rigurosa. Sus palabras, reflexiones y sus aportaciones están presentes en cada capítulo, enriqueciéndolo y aportándole rigor y profundidad. Aprovecho también estas líneas para expresar mi agradecimiento a Eugenio Mallol, director de este informe, y a Fernando Gomollón, su redactor, por ayudarnos a explicar de manera rigurosa, pero accesible, cada una de estas tecnologías. Además, quiero destacar la labor de Germinal, que año tras año realiza un esfuerzo extraordinario para que el contenido y el continente de esta obra transmitan rigor y claridad, a la vez que nos ayudan a comunicar ideas complejas de forma sencilla y visualmente atractiva.

Nada de lo que encuentras en estas páginas sería posible sin el apoyo sostenido de la Fundación Rafael del Pino, que acoge y respalda el trabajo que realizamos en la Cátedra de Ciencia y Sociedad. Por eso quiero agradecerle a su personal el apoyo incondicional con el que responden a los proyectos que lidero y la confianza y el cariño que siempre recibo de ellos.

Desde la Cátedra de Ciencia y Sociedad de la Fundación Rafael del Pino, trabajamos para analizar, explicar y proponer soluciones concretas que mejoren la competitividad de nuestro tejido productivo. Nuestro objetivo es que la ciencia, la tecnología y la innovación sean una parte íntegra del futuro de nuestra industria y la palanca multiplicadora de la economía de nuestro país. Por eso, te invito a formar parte de la aventura intelectual y práctica que suponen cada una de estas diez tecnologías, y a soñar con un futuro en la frontera entre la ciencia ficción y las industrias del futuro.



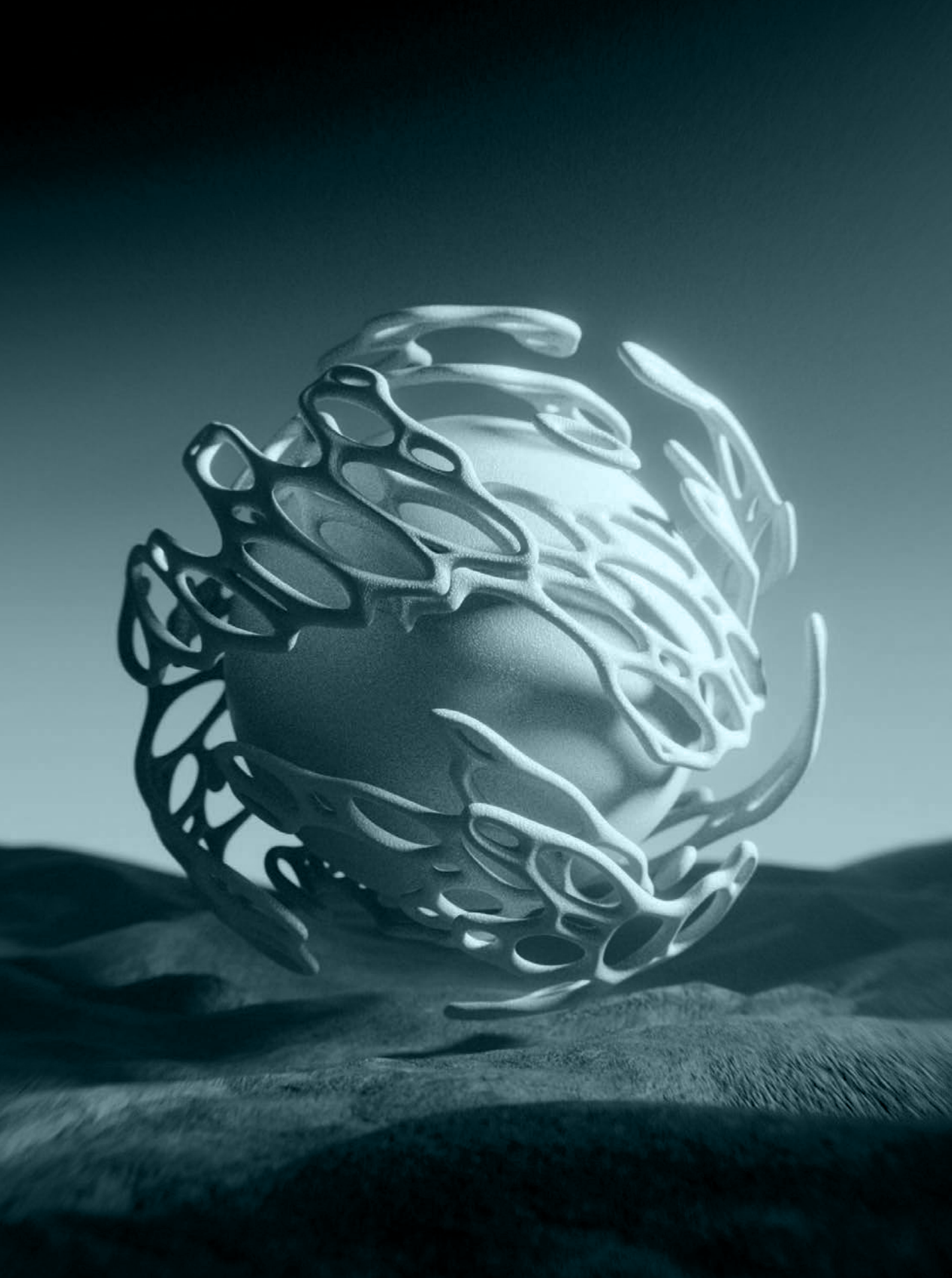
00

Análisis y hoja de ruta



E





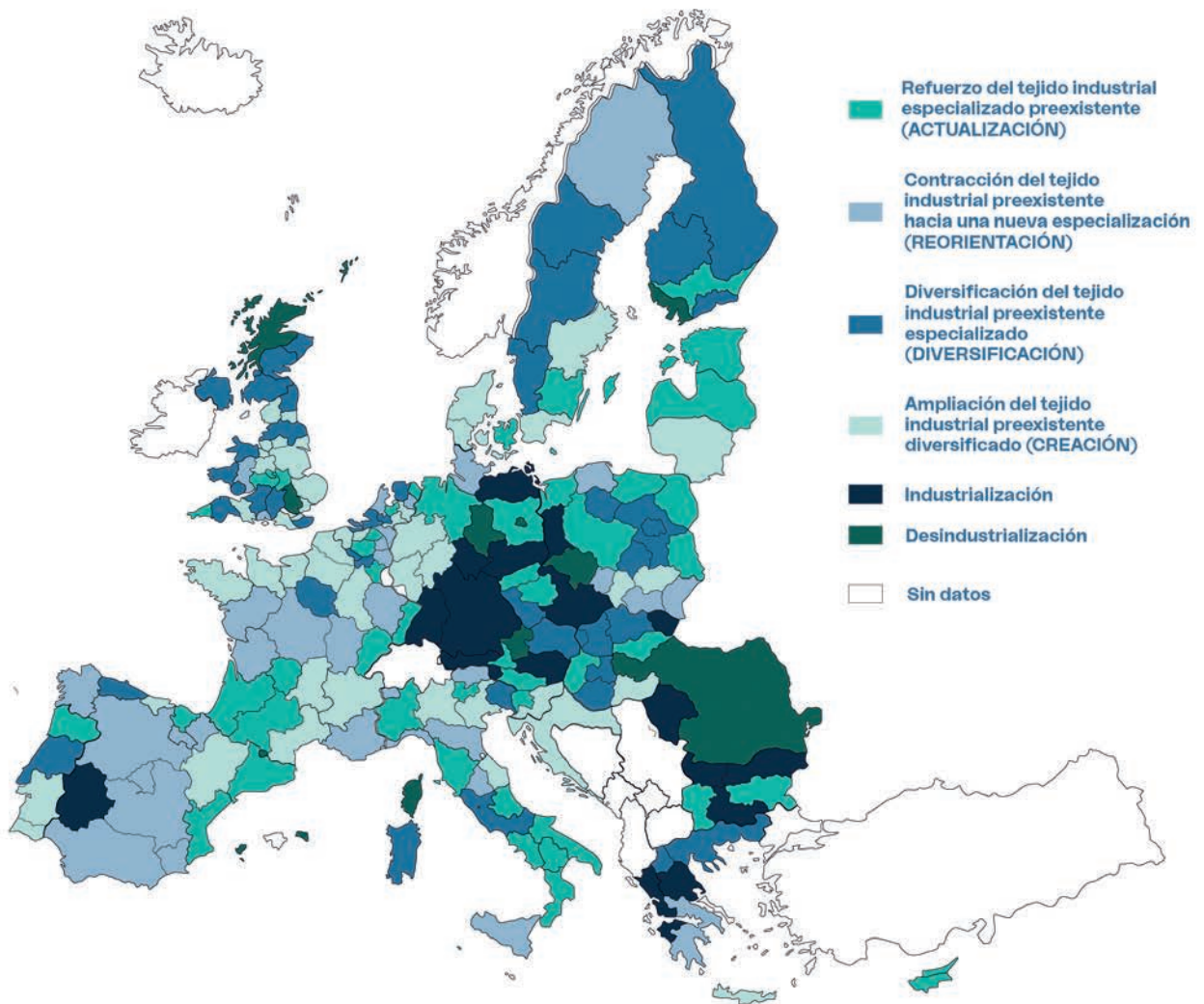
El ocaso de las pirámides, gobernar los ecosistemas

La revolución digital está provocando un cambio en la relación de las empresas con sus proveedores, clientes y trabajadores y en la forma en la que se organizan sus distintas áreas de actividad. Ese proceso se produce en paralelo a la transformación que están experimentando, a mayor escala, las sociedades, cuyo nivel de desarrollo depende también de la gestión de sus recursos materiales e inmateriales, especialmente el conocimiento en todas sus vertientes. En la economía, estamos evolucionando de un sistema productivo lineal, con grandes OEM sectoriales que marcan las pautas de producción, los estándares y las certificaciones, dentro de un esquema de gestión piramidal, a otro de carácter reticular, en el que la clave de la competitividad será la capacidad para orquestar a todos los componentes del ecosistema, de la forma más eficiente, valiéndose de la tecnología. En el conjunto de la sociedad, debemos seguir una pauta similar para que los grandes desafíos, desde la transición energética a la lucha contra el cambio climático, desde la batalla de la desigualdad a la defensa de la democracia y las libertades,¹ cada vez más amenazadas y con sombrías expectativas para 2024, a causa de las campañas de desinformación promovidas desde países como Rusia,² se resuelva de forma colectiva y no en esferas aisladas. Es una de las consecuencias de la democratización de las tecnologías, impulsada por la aceleración de los avances científicos en áreas de frontera. La fortaleza de las sociedades y de sus economías ya no depende exclusivamente de sus capacidades internas, sino sobre todo de su habilidad para conectar y formular propuestas de valor, de la mano de los líderes de nicho, en sus respectivas áreas de actividad.

En la relación con los ciudadanos y las empresas, posicionarse en plataformas, algo posible desde el ámbito tecnológico digital gracias a las API (Application Programming Interface), resultará clave para no quedarse fuera del mercado, en el caso de las empresas; y para garantizar la eficiencia en la prestación de servicios públicos, en el caso de la Administración y los entes de la sociedad civil. Ya no basta con tener una excelente propuesta de valor; en solitario resultará cada vez más complicado seguir operando. Éste es uno de los factores que complica la geopolítica global. La disponibilidad de conocimiento es estratégica y, por eso, una de las características de nuestra era va a ser la reformulación de las relaciones de colaboración público-privada. El capitalismo de *stakeholders*,³ propugnado en la década de los setenta del pasado siglo desde instancias como el Foro Económico Mundial, está dando lugar a un nuevo protagonismo del Estado en la economía, con iniciativas de nuevo cuño en favor de la reindustrialización y la no dependencia de terceros países en las partes más críticas de la cadena de valor.⁴ La globalización real sólo se ha producido en el ámbito del capital y de la información, y ese desequilibrio ha desestabilizado al resto de los componentes de la sociedad y la economía. El sector público y el privado deben adecuar, en definitiva, su acción estratégica y su tecnología para que encaje en las plataformas que cada vez con más intensidad se van a ir generando, ya sea alrededor de los agregadores de servicios, ya sea alrededor de los agregadores de demanda.

Esas dinámicas afectarán a aspectos sustanciales de la soberanía de los Estados, como la ciberseguridad, según se plantea ya, por ejemplo, en las propuestas de revisión de la Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad (ENISA).⁵ En una línea similar, hay que integrar de forma constructiva el protagonismo creciente de la inteligencia artificial

Estado de la reindustrialización en Europa



Fuente: Roberta Capello y Silvia Cerisola. Elaboración propia.

(IA) en la formulación de las políticas públicas, tanto por su capacidad para analizar los datos sociales como por el potencial de influencia de los modelos de lenguaje extenso (LLM) en la toma de decisiones y análisis de riesgos. Si los algoritmos influyen en la actividad de organismos como el Banco Mundial,⁶ pueden tener incidencia incluso en la garantía de los derechos humanos y el sistema de bienestar.

El valor de los ecosistemas será mayor cuanto más se adecúen a la necesidad que pretenden cubrir. La cantidad y la masa crítica ya no son el único factor determinante, como sucedía en los modelos configurados para aprovechar los efectos de red, sino sobre todo la calidad, la personalización, la ausencia de fricción, la capacidad para ofrecer soluciones locales y la eficiencia. En el ámbito de la salud, la reconfiguración de los servicios de prevención, diagnóstico y asistencia puede ser tan radical que acabe transformando el modelo de asignación de presupuestos, infraestructuras, personal y tiempo de terapia. En ese sentido, la producción en el mundo físico y la prestación de servicios por parte de la Administración deberán ser capaces de seguir el ritmo del software, cada vez más integrado en todas las fases del proceso productivo, desde el aprovisionamiento de materias primas hasta la transformación y la distribución, y cada vez más presente también en las actividades propias del sector público como la asistencia social y la seguridad. Dado que la actualización del software utiliza períodos mucho más cortos, la integración de las áreas de operaciones e información, de la que se ha venido hablando durante la última década, ya no es una opción, sino un imperativo. Y con ellas las de marketing, comercial o recursos humanos en el caso de las empresas. Esto provocará una dinámica de aplanamiento de las pirámides internas en las organizaciones, incluidas las del sector público. La producción habilitada por software implicará cada

vez más el intercambio de información en tiempo real entre las distintas fases del proceso, de modo que el conocimiento de lo que sucede al final de la cadena será capaz de modificar instantáneamente y de forma continua la actividad de diseño, tanto propia como de los proveedores. Lo mismo puede suceder en la acción política.

La integración operativa y la colaboración entre el sector público y el privado se extenderán a todos los ámbitos de la sociedad. En la economía desaparecen los sectoriales verticales, las actividades híbridas serán cada vez más habituales, con prestaciones del mundo digital presentes en productos del mundo físico y viceversa. El modelo de negocio de las empresas puede ampliarse sustancialmente gracias al efecto de su presencia en ecosistemas y al mejor aprovechamiento de los datos. Empresas tradicionalmente dedicadas a la fabricación de bienes de equipo, como Siemens, crean nuevas líneas de negocio junto a operadoras de telecomunicaciones como Telefónica, consultoras como NTT Data y Accenture, empresas públicas como Renfe y nuevos negocios digitales como Uber. La exclusividad en un determinado nicho del mercado ya no será necesariamente una ventaja competitiva. Se está viendo, por ejemplo, en el caso de las redes privadas de 5G, que las grandes operadoras asumen un riesgo a largo plazo si se niegan a abrir esa actividad a otros actores en países como España. A la larga, se perderán muchas opciones de generación de negocio si se impide a los clientes participar de los beneficios de la economía de plataformas y de los ecosistemas. En un modelo de ecosistemas frente a pirámides hay que operar con espacios de conocimiento abiertos, en los que se habiliten fórmulas para que actores externos a una organización puedan participar en el diseño del software y el hardware, en la selección de proveedores y hasta en la estrategia logística y comercial.

El principal factor de transformación tecnológica de las empresas y del sector público hoy en día, en todas las sociedades, es la incertidumbre acerca de la cadena de suministro. Hay que generar organizaciones flexibles capaces de reconfigurar sus operaciones y sistemas de aprovisionamiento y de distribución, para adaptarse a los cambios que puedan producirse casi en tiempo real. El modelo de pirámides se extingue en un entorno imprevisible como el actual. La actuación en ecosistemas, protegiendo la parte del negocio estrictamente necesaria, permite formar parte de respuestas concertadas en las que estén

implicados proveedores y distribución. En el futuro, la competitividad de los territorios dependerá de su capacidad para conectar y diseñar sistemas de gobernanza que permitan a sus actores locales, desde universidades a centros tecnológicos, Administración pública y sectores empresariales, establecer modelos de relación entre ecosistemas, desjerarquizados y heterárquicos. Las pirámides territoriales también están siendo demolidas. Las que se mantengan, dentro de un tiempo, parecerán reliquias del pasado.

El presente informe pretende mostrar diez ámbitos de la economía y la sociedad en los que el potencial transformador de la revolución tecnológica, y las barreras heredadas, que dificultan la ejecución del desafío, afloran de manera dramática. Son tan grandes las oportunidades que se abren y tan asumibles los impedimentos que dificultan el despliegue de todas las capacidades como país, que resulta inevitable formular una llamada a la acción. Entre las estrategias clave de impulso, favorecidas por la creciente democratización del acceso a la tecnología, se encuentran las dirigidas a fomentar la demanda de nuevas soluciones por parte de las pequeñas y medianas empresas y de todas las instancias de la Administración, de modo que se fortalezca un tejido productivo propio dedicado a satisfacer dicha demanda. Así puede suceder en el ámbito de la microelectrónica, donde los avances en sistemas de software y hardware abiertos permiten ya ir sacando los circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC) de los entornos de las grandes corporaciones. En el caso de la IA, desde 2018 se ha registrado un 94,4% de mejora en la velocidad de entrenamiento para modelos, y el número relativo de patentes presentadas en 2021 multiplica por 30 el de 2015, lo que arroja una tasa de crecimiento anual compuesta del 76,9%.⁷ La IA ha adoptado el rol de

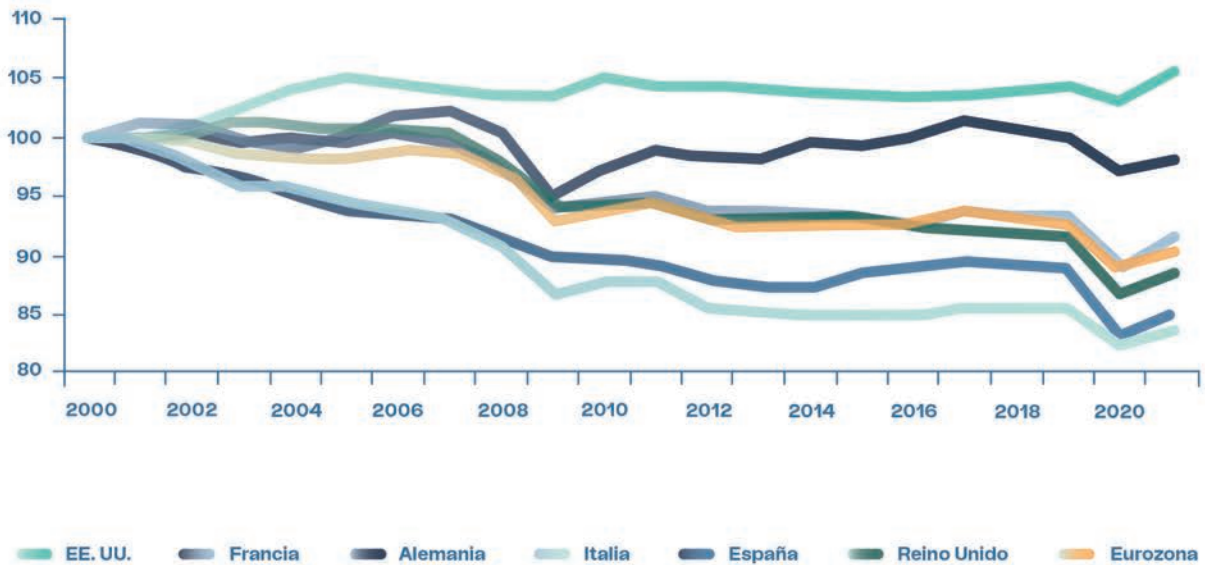
habilitador de todas las nuevas tecnologías que se están implantando en el mercado.⁸

El nivel de penetración de estas tecnologías esenciales que están transformando el modelo económico y social sigue siendo, sin embargo, realmente bajo en nuestro país y, de ese modo, se complica la tarea de fomentar una demanda de servicios avanzados que promueva la aparición de un tejido empresarial de nuevo cuño y alto valor añadido. De acuerdo con el INE, el porcentaje de empresas de más de diez trabajadores que utiliza servicios *cloud* es del 32,41% del total en España, y baja al 10,23% entre las empresas con menos de diez empleados. Como consecuencia de este diferencial, España se sitúa por detrás de la media de la UE, y lejos de los países líderes. Este dato contrasta con las perspectivas de inversión en *data center* en España, que se sitúan en torno a los 7.000 millones de euros hasta 2026. Resulta llamativo también que casi el 50% de las organizaciones no cuenta con ninguna certificación en ciberseguridad y el 40% sigue sin auditar los dispositivos, recursos, aplicaciones o equipos que pueden considerarse críticos por su mayor exposición a riesgos.⁹ La automatización inteligente es una de las grandes tendencias emergentes en el mundo empresarial, pero el 60% de las empresas que proporcionan este servicio en nuestro país tienen entre 10 y 49 empleados y no hay ninguna con más de 5.000. La mayoría se especializa en manipulación de materiales, paletizado, etiquetado, marcado, limpieza o desinfección.

Hay que adaptar el ancho de banda para aprovechar las oportunidades que están apareciendo en el terreno de la reindustrialización y modificar el mapa de complejidad económica español de forma racional, es decir, distribuida. Una encuesta de ABB a líderes empresariales realizada en 2022 constató que el 74% de las empresas europeas y el 70% de las empresas estadounidenses planean reubicar o deslocalizar las operaciones para desarrollar la resiliencia de su cadena de suministro, en respuesta a la escasez de mano de obra, a la necesidad de una huella ambiental más sostenible y a la incertidumbre global. Las investigadoras del Politécnico de Milán Roberta Capello y Silvia Cerisola¹⁰ han elaborado uno de los trabajos más consistentes de análisis de la reindustrialización en las regiones europeas. Su idea principal es que un relanzamiento de la productividad no es simplemente una cuestión de reindustrialización, sino que el modelo que se aplique también va a ser determinante. Europa en su conjunto ha

Evolución de la productividad total de los factores (PTF)

(Base 100 en 2000)



Fuente: The Conference Board.

experimentado un proceso de reindustrialización después de la crisis financiera con la que se cerró la década del 2000, con las únicas excepciones, a nivel de país, de Rumanía y Malta y de algunas regiones que directamente se han desindustrializado. Capello y Cerisola identifican diferentes patrones de reindustrialización y constatan que la situación es bastante heterogénea en Europa, e incluso en España. En unos casos se ha producido un fenómeno que denominan «Actualización»: las regiones se reindustrializan a través del refuerzo del tejido industrial especializado preexistente (Cataluña, País Vasco y Comunitat Valenciana). En otras ocasiones existe una «Reorientación»: la reindustrialización se lleva a cabo mediante la contracción del tejido industrial preexistente hacia una nueva especialización. Está siendo la dinámica más habitual en España (Galicia, Castilla y León, La Rioja, Navarra, Madrid, Castilla-La Mancha, Murcia y Andalucía), pero la menos extendida a nivel europeo. Ese contraste no deja de ser llamativo. Según las autoras, es un patrón difícil de poner en práctica, porque implica un cambio más significativo con respecto a la regeneración de agrupaciones maduras, un giro en la trayectoria de desarrollo regional, se confía menos en las empresas tradicionales y más en las completamente nuevas.

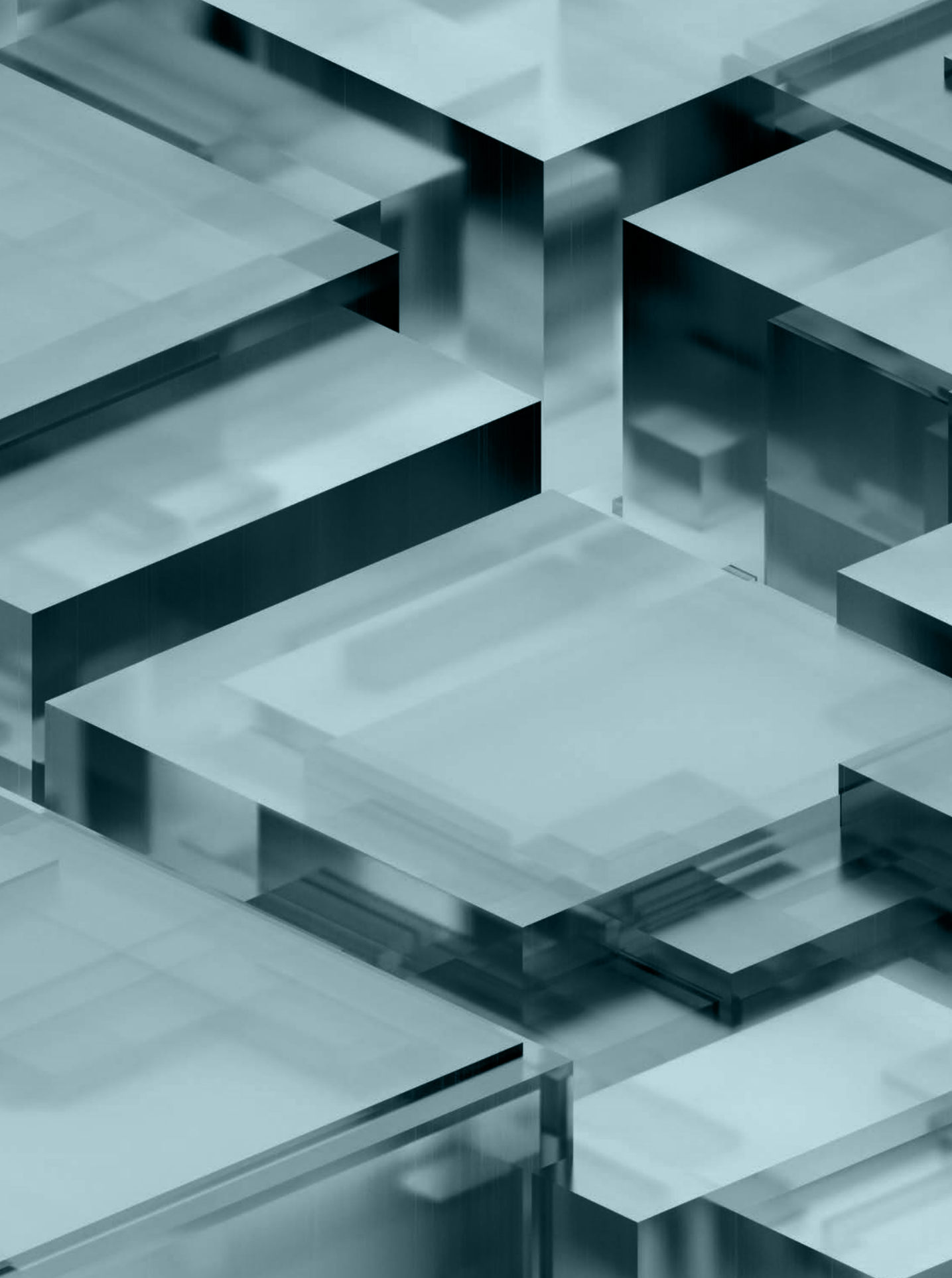
Es fundamental promover, en el tejido productivo, en el sector público y en el conjunto de la sociedad, una incorporación a la revolución tecnológica basada en el cambio de *mindset* (de 'mentalidad') y no en la acumulación de herramientas, si queremos aprovechar las posibilidades que se presentan en las diez áreas de innovación que identificamos en el presente informe. Las soluciones de detección y prevención de incendios forestales, por ejemplo, pueden ser tan estratégicas como aquellas que concentran los mayores esfuerzos presupuestarios en la actualidad: las de extinción. Dominar las tecnologías de captación, comunicación y análisis inteligente de datos es tan importante como avanzar en desarrollos de nuevos materiales y técnicas para apagar el fuego, uno de los más devastadores efectos del cambio climático.

También el control de la información resulta clave para potenciar las vacunas basadas en las tecnologías de ARN mensajero. Debemos apoyar la investigación dotándonos de muestras amplias y representativas de datos. Probablemente la extensión de las nuevas técnicas requerirá de un nuevo *mindset* ('mentalidad') en la Administración,

para que sea más abierta a los entornos colaborativos y a la revisión de los actuales modelos de gestión del tiempo, el presupuesto, los usuarios y los recursos. Junto a ello, será preciso liberar a los innovadores de las actuales barreras normativas que convierten la carrera de la investigación en vacunas en un campo abonado para el fracaso, o en la venta obligada de ideas a las grandes corporaciones farmacéuticas.

La industria 4.0 necesitará incorporar el 5G y 6G y el Wi-Fi 6e y Wi-Fi 7 a sus sistemas de automatización inteligente para desarrollar la economía en tiempo real. En la actualidad, la falta de espectro disponible obliga a dejar en manos de unos pocos actores la innovación en tecnologías y casos de uso, mientras otros países promueven un nuevo sector creando un entorno mucho más favorable a las redes privadas 5G. Como sucede en el caso de la microelectrónica, incorporar a las pymes como impulsoras de la demanda puede favorecer la aparición de un sector propio en un ámbito clave de la revolución tecnológica, y eso implica flexibilizar el acceso a las redes privadas de 5G.

Una de las grandes aportaciones de la digitalización, apalancada por la IA y reforzada por los avances en ciencias de la vida, es propiciar nuevas soluciones de diagnóstico inteligente que permitan racionalizar los costes de la atención sanitaria y mejorar el bienestar de las personas. Los cambios en los hábitos de los usuarios de sanidad, cada vez más dispuestos a aprovechar las posibilidades de atención deslocalizada de los centros de salud, y la creciente disponibilidad de datos en tiempo real, gracias a la extensión de las soluciones *wearables* y a las mejoras en conectividad, proporcionan enormes posibilidades para que España hable con voz propia en un ámbito en el que es referente mundial. Si bien las campañas de sensibilización acerca



de los riesgos asociados a la energía nuclear y la gestión de sus residuos han forzado a la industria a potenciar su apuesta por la innovación, no deben convertirse en un impedimento para el despliegue de esas soluciones alternativas, producto de la innovación científico-tecnológica, que precisamente demandaba la sociedad. La carrera de los reactores modulares pequeños (SMR) puede tener un valor geoestratégico enorme en el futuro, con posibles efectos en la competitividad de las economías, y supondrá una aportación decisiva para la reducción de emisiones de CO₂.

En el plano de la implicación personal de los ciudadanos, y por la tradición de nuestro país en el sector textil, es necesario prestar atención a las próximas evoluciones en el campo de los textiles inteligentes. Una sociedad sostenible desde el punto de vista medioambiental debe encontrar una solución al problema de los residuos y el consumo de recursos naturales que acarrea. Los innovadores deberán hacer propuestas útiles para conseguir que los ciudadanos consuman ropa de más calidad y más duradera, y los avances en materia de textiles inteligentes y conectados pueden abrir una vía interesante en ese sentido.

Algo similar sucede cuando analizamos las tecnologías vinculadas al hogar del futuro, en un momento en el que Europa es consciente de que necesita renovar una buena parte de su parque inmobiliario para alinearlos con los objetivos de sostenibilidad medioambiental. Nuevos materiales, nuevas soluciones de economía circular y eficiencia energética, imperativos para una vivienda inteligente obligada a seguir un paradigma renovado. Confluyen esas tendencias emergentes con las propuestas que genera de forma cada vez más intensa el sector tecnológico digital, empeñado en concebir nuestro espacio vital como un ecosistema conectado.

De forma transversal, se cierne sobre la economía el desafío de la ciberseguridad, que debe incluir esa exigencia desde el momento mismo del diseño de productos y servicios, en una sociedad obligada a reforzar sus mecanismos de garantía de las libertades y conformación del debate público en democracia. Es un espacio de innovación estrechamente ligado a las posibilidades que ofrecen las tecnologías cuánticas, cuyas primeras manifestaciones tendrán lugar en los ámbitos de la captación de datos, mediante una nueva sensorica de alta precisión, y de resolución de problemas hasta ahora imposible con los métodos de computación convencionales. El dominio de este majestuoso nuevo mundo científico-tecnológico se configura como uno de los grandes desafíos en materia de soberanía y de seguridad nacional, porque abren la puerta a una nueva concepción de la electrónica y de las telecomunicaciones de un orden completamente distinto al actual.

Estamos, en definitiva, en un punto crucial de la historia. Debemos articular nuestras propias capacidades, tanto de generación de conocimiento como de productos y servicios, para que se refuercen mutuamente todas las esferas en contacto en nuestro país, desde el punto de vista sectorial y territorial. Y debemos, al mismo tiempo, posicionarnos como país en el nuevo orden global basado en la conexión de ecosistemas, para lo cual resulta imprescindible presentarnos con una propuesta de valor específica que nos convierta en un actor relevante con voz propia. Ambos retos discurren en paralelo y se relacionan como vasos comunicantes. Será muy difícil exponer al mundo una oferta atractiva de colaboración si no conseguimos articular la ciencia, la tecnología, las iniciativas sociales, el sector empresarial y el sector público en nuestro propio país y viceversa: la aspiración de ser un actor relevante en la escena internacional de la innovación debe actuar como catalizador de nuestra propia estrategia de cohesión interna. Esperamos contribuir al debate con este informe, que resulta imprescindible poner en contexto con los anteriores elaborados por la Cátedra de Ciencia y Sociedad de la Fundación Rafael del Pino, para disponer de un espectro de referencias amplio para pensar en el futuro.

Relación de notas

¹ *The Global Expression Report 2023*.

² «Application of the risk management framework to Russian disinformation campaigns». Comisión Europea, 2023.

³ «¿Qué tipo de capitalismo queremos?», Klaus Schwab. Project Syndicate, 02/12/2019.

⁴ <<https://www.whitehouse.gov/cleanenergy/inflation-reduction-act-guidebook/>>.

⁵ «Adapting ENISA's mandate and collaboration in a changing cyber landscape». *DigitalES*, 15/09/2023.

⁶ «Automated Neglect: How The World Bank's Push to Allocate Cash Assistance Using Algorithms Threatens Rights». HRW.

⁷ «Technology Trends Outlook, 2022, Applied AI». McKinsey, 08/2022.

⁸ «Inteligencia Artificial como palanca de generación de valor. Madurez del mercado en España». IDC Spain, 03/2022.

⁹ «El estado de la ciberseguridad en España». Deloitte, 2022.

¹⁰ Roberta Capello, Silvia Cerisola. «Regional reindus-

trialization patterns and productivity growth in Europe», *Regional Studies*, 20/04/2022, do.1080/00343404.2022.2050894.