

3.^{er} Informe sobre

LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN ESPAÑA

Cómo reconstruir el sistema de I+D+i tras la pandemia



3.º Informe sobre
LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN ESPAÑA

Cómo reconstruir el sistema de I+D+i tras la pandemia

Coordinador del informe

Vicente Larraga

Director del Laboratorio

Jesús Ruiz-Huerta Carbonell

Coordinador editorial

Jorge San Vicente Feduchi

FUNDACIÓN ALTERNATIVAS

MADRID

2021

Ninguna parte ni la totalidad de este documento puede ser reproducida, grabada o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de la Fundación Alternativas.

©Fundación Alternativas

©Fundación Alternativas

ISBN: 978-84-18677-04-5

Depósito legal: M-7216-2021

IBIC: JPHV

Con el apoyo de Técnicas Reunidas

Maquetación e impresión: Lúa Ediciones 3.0, S. L.

www.luaediciones.com

Coordinador editorial: Jorge San Vicente Feduchi

EDITA: Fundación Alternativas

Don Ramón de la Cruz, 39 - 1º Izda. 28001. Madrid

(+34) 91 319 98 60 | www.fundacionalternativas.org

Investigadores

Vicente Larraga (coordinador)

Licenciado en Medicina y Cirugía y doctor en Biología. Profesor de Investigación en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, donde dirige el grupo de Parasitología Molecular. Autor de más de un centenar de publicaciones en libros y revistas internacionales. Recientemente, ha publicado varios trabajos sobre genómica en parásitos.

Isabel Álvarez González

Profesora titular (acreditada a Catedrática) de Economía Aplicada en la Universidad Complutense de Madrid. Es también directora del Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), coordinadora del Doctorado en Economía y Gestión de la Innovación en la misma universidad, y vocal del Consejo Asesor de Asuntos Económicos del Gobierno de España. Es autora de artículos en revistas nacionales, internacionales y capítulos de libros, y ha dirigido y participado en numerosos proyectos de investigación. Actualmente es investigadora principal del grupo español en el proyecto europeo *Catching up along the global value chain: models, determinants and policy implications in the era of the fourth industrial revolution*.

Carmen Andrade Perdrix

Profesora visitante en el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) de la UPC y vicepresidenta de la AEAC. Es doctora *honoris causa* por dos universidades y ha recibido diversos premios internacionales. Ha sido profesora de Investigación del CSIC y presidente de diversas organizaciones internacionales, así como directora general de Política Tecnológica y asesora del Secretario de Estado de Universidades.

Jesús Ávila de Grado

Profesor *ad honorem* del CSIC en el Centro de Biología Molecular “Severo Ochoa”, del que fue anteriormente su director. Durante los últimos cuarenta años ha estado trabajando en el citoesqueleto neuronal y en la actualidad estudia el papel de la proteína tau en enfermedades neurodegenerativas (tauopatías) como la enfermedad de Alzheimer. Es miembro, por elección, de diferentes organizaciones, algunas de ellas son: EMBO, Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS), European Academy y la Real Academia Española de Ciencias; también es miembro de diferentes comités editoriales y ha publicado más de 500 artículos relacionados con la enfermedad de Alzheimer.

Mariano Barbacid

Profesor AXA-CNIO de Oncología Molecular y jefe del grupo de Oncología Experimental del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO). Estudió Ciencias en la UCM y es doctor por el Instituto de Biología Celular del CSIC. Es fundador del CNIO. Miembro extranjero de la Academia de Ciencias de EE. UU., así como *fellow* de la Academia de la Asociación Americana de Investigación en Cáncer. Además, es doctor *honoris causa* por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, por la Universidad de Cantabria y por la Universidad de Barcelona.

Jorge Barrero

Director general de la Fundación Cotec. Licenciado en Bioquímica y Máster en Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad por la Universidad de Salamanca. Desempeñó el cargo de director general del Gabinete de la Ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia. Fue adjunto a la presidencia y Secretario General de Asebio. Desarrolló su carrera en el ámbito de la consultoría estratégica en el sector biotecnológico y en el sistema público de I+D. Colabora habitualmente con numerosos medios de comunicación y ha impartido docencia en varias universidades y escuelas de negocios.

Enrique Castellón Leal

Médico Internista (UCM) y Economista (UAM). Especialista en Salud Pública y en Políticas Públicas y Gestión (Harvard). Ha sido director general del Servicio Gallego de Salud, viceconsejero de Salud y Servicios Sociales de la CM y subsecretario del Ministerio de Sanidad, así como presidente del Consejo Rector del ISCIII. Más tarde fundó y presidió CRB (Sociedad Gestora de Entidades de Capital Riesgo)

desde donde se invirtieron recursos privados para la transferencia de conocimiento en biotecnología originado en centros de investigación españoles. Actualmente es profesor de la ENS.

Bruno Estrada López

Economista y adjunto al secretario general de CCOO. Director adjunto del programa modular de Relaciones Laborales de la UNED; fundador de Economistas Frente a la Crisis; vicepresidente de la Plataforma por la Democracia Económica; patrono de la Fundación Espacio Público; y miembro del Consejo Editorial de CTXT, del Consejo de Redacción de la revista TEMAS para el debate, y del Consejo Asesor de la Fundación Alternativas.

Ana García Laso

Ingeniera de Telecomunicación por la UPM. Máster en Tecnología para el Desarrollo Humano y la Cooperación (UPM) y máster universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria (UDIMA). Actualmente es responsable del Gabinete de Comunicación y Responsabilidad Social Universitaria de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía (ETSIME) de la UPM, estudiante de doctorado y coordinadora de la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería (UESEVI) de la UPM. Miembro del grupo de cooperación UESEVI de la UPM y del Nodo ODS de la ETSIME-UPM.

Santiago M. López-García

Director del Instituto de Estudios de la ciencia y la Tecnología (USAL). Profesor del departa-

mento de Economía e Historia Económica. Miembro de la Unidad de Investigación Consolidada de la Junta de Castilla y León de Historia de la Política Científica e Industrial. IP del Proyecto nacional sobre Innovación y Desigualdad Económica.

Raquel Marín Sanz

Doctora en Economía por la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente, es profesora ayudante doctora (acreditada a profesora titular) del departamento de Análisis Económico y Economía Cuantitativa de la Universidad Complutense e investigadora adscrita al Instituto Complutense de Estudios Internacionales. Las empresas multinacionales, la internacionalización de la tecnología y el desarrollo son sus principales temas de investigación. Es autora de varios artículos publicados en revistas nacionales e internacionales de reconocido prestigio y ha participado en diversos proyectos de investigación.

Domingo A. Martín Sánchez

Doctor en Ciencias Geológicas y profesor contratado doctor en el departamento de Ingeniería Geológica y Minera de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía (ETSIME) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), donde ha sido subdirector de Calidad y Responsabilidad Social. Actualmente es subdirector para Asuntos Económicos, Infraestructuras y Personal. Director del Laboratorio Oficial para Ensayos de Materiales de Construcción (LOEMCO). Director académico de la Unidad de Emprendimiento Social, ética y valores en Ingeniería (UESEVI) de la UPM. Di-

rector del grupo de cooperación UESEVI de la UPM. Codirector de la sección española de la Asociación Internacional de Promoción de la Geoética (IAPG).

Federico Mayor Zaragoza

Presidente del Consejo Científico de la Fundación Ramón Areces y de la Fundación para una Cultura de Paz. Doctor en Farmacia por la Universidad Complutense de Madrid (1958), ha sido catedrático de Bioquímica (1963-1972) y rector de la Universidad de Granada (1968-1972) y catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad Autónoma de Madrid (1972-2004). En 1968 elaboró y puso en práctica el Plan Nacional de Prevención de la Subnormalidad Infantil, para la detección precoz de metabopatías congénitas. Fue también cofundador del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa de la UAM y Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1975). En 1976 fue promotor en España de las Cátedras de Bioquímica Perinatal y Patología Molecular. Asimismo, ha ejercido como Ministro de Educación y Ciencia (1981-1982) y director general de la UNESCO (1987-1999).

Emilio Muñoz Ruiz

Tras ocupar diversos puestos en la gestión de la política científica española, su actividad investigadora se centró en la relación entre ciencia, tecnología y sociedad. Actualmente es profesor de Investigación *ad honorem* del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y profesor emérito en la Unidad de Investigación CTS del CIEMAT, donde asesora sobre temas sociotécnicos.

Miguel Ángel Quintanilla Fisac

Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Salamanca, fue senador por Salamanca en las Cortes Españolas entre 1982 y 1989 en la candidatura del PSOE. El 1986 fue designado presidente de la nueva Comisión mixta Congreso-Senado de Inves-

tigación Científica y Desarrollo Tecnológico, responsable de la evaluación parlamentaria del Plan Nacional de I+D. También fue secretario general del Consejo de Universidades (1991-1995) y secretario de Estado de Universidades e Investigación (2006-2008).

ÍNDICE

1. Introducción	13
<i>Vicente Larraga y Mariano Barbacid</i>	
Los puntos centrales del informe	14
2. Urgente: inventar el futuro	19
<i>Federico Mayor Zaragoza</i>	
1. La ética del tiempo ante los retos globales	19
2. Atreverse a saber y saber atreverse	20
3. Cambios apremiantes	20
4. Amenazas globales	21
5. Responsabilidades intergeneracionales	23
6. Nuevo concepto de seguridad	24
7. Solución: multilateralismo democrático	24
8. Nuevo estilo de vida	25
9. Es tiempo de acción	27
10. Conocimiento para inventar el futuro	28
11. Una nueva era	29
Bibliografía	29
3. Demasiadas piedras en el camino del desarrollo europeo: visiones bajo el prisma de la filosofía de la política científica	31
<i>Emilio Muñoz</i>	
1. Introducción: contexto geoestratégico	31
2. Evolución del multilateralismo y sus relaciones con el ámbito de la ciencia	31
3. Europa como agente impulsor en ciencia y tecnología: el tránsito desde un Estado del bienestar a una sociedad globalizada pasando por una sociedad del bienestar	33
4. Los traspiés del proyecto europeo: trayectoria bamboleante y a paso de tortuga	35

5. La ensoñación de España con las nubes de la crisis financiera de 2008 y la ciencia y la tecnología	37
6. La innovación no es solo un potencial motor económico, es un recurso social indudable	39
7. Conclusiones	41
Bibliografía	42
4. Europa en la carrera por las nuevas tecnologías	45
<i>Isabel Álvarez y Raquel Marín</i>	
1. Introducción	45
2. Las tecnologías relevantes	46
3. Algunas claves de la carrera de Europa por las nuevas tecnologías	51
4. Conclusiones: retos de futuro y posibles implicaciones para la política española de CTI	57
Bibliografía	59
5. Vacunas COVID-19 y ecosistema de I+D	63
<i>Enrique Castellón Leal</i>	
1. Introducción	63
2. Ecosistema de ciencia y tecnología	64
3. Vacunas COVID-19	65
4. La (mala) situación de la I+D en España	68
5. La I+D en vacunas en España	69
6. El problema de la financiación de la tecnología médica (y de las vacunas en particular)	72
7. Aplicando el modelo de ecosistema al análisis	73
8. Conclusiones	74
Bibliografía	75
6. Apuntes para mejorar la colaboración público-privada	77
<i>Carmen Andrade Perdrix</i>	
Motivación	77
1. Introducción	77
2. El sistema investigador actual	79
3. Avances en la colaboración P-P	83
4. El futuro	87
5. Conclusiones	88
Bibliografía	90
7. Investigación traslacional: contexto y reflexiones sobre el caso español	91
<i>Jesús Ávila</i>	
1. Introducción	91
2. Reflexiones para intentar mejorar la traslación de la investigación: el caso español	92
3. La patente de la polimerasa de $\Phi 29$	96
4. Conclusiones	97
Bibliografía	97
8. Capital humano y retención del talento en España	99
<i>Bruno Estrada López</i>	
1. Introducción	99
2. Nivel de cualificación del capital humano español	100

3. ¿Sobrecualificación de los jóvenes o descualificación del tejido productivo?	105
4. Sobrecualificación y dificultad de retención del talento: emigración del conocimiento	108
5. La comparación Suecia-España: un ejemplo de políticas muy diferentes	111
6. Conclusiones	114
Bibliografía	115
9. Entre la esperanza y la amenaza: percepción de la innovación en España	117
<i>Jorge Barrero</i>	
1. Introducción	117
2. La Encuesta Cotec: percepción social de la innovación en la sociedad española	118
3. La Encuesta Cotec a la luz de la pandemia: seis preguntas clave	118
4. Conclusiones	128
Bibliografía	129
10. Innovación educativa y su repercusión en la formación técnica	131
<i>Domingo Alfonso Martín Sánchez y Ana García Laso</i>	
1. Introducción	131
2. El concepto de innovación educativa	132
3. La responsabilidad social universitaria (RSU)	135
4. El aprendizaje-servicio como herramienta en la innovación social	138
5. Conclusiones	141
Bibliografía	142
11. Los efectos de la COVID-19 en nuestra cultura científica: hacia un pacto social y de Estado por la ciencia y la innovación	147
<i>Santiago M. López y Miguel Ángel Quintanilla</i>	
1. Introducción	147
2. La COVID-19 como <i>sindemia</i>	149
3. Discusión	169
4. Conclusiones y recomendaciones	170
Bibliografía	171
12. Conclusiones	175
<i>Vicente Larraga y Mariano Barbacid</i>	
1. Necesidad de una estrategia de futuro	175
2. Hay que ponerse en marcha	177
3. La importancia de la educación, la formación y el asesoramiento	180
4. La necesaria recuperación y expansión del sistema de I+D en España	181
5. Recomendaciones	183

1. Introducción

Vicente Larraga y Mariano Barbacid

Cuando se comenzó a plantear esta tercera edición del *Informe sobre la Ciencia y la Tecnología en España*, editado por el Laboratorio de la Fundación Alternativas, la pandemia de COVID-19 aún no había sacudido al mundo, incluido (y con especial vehemencia) el confortable y autocomplaciente mundo occidental. El objetivo inicial de este estudio era el de ofrecer un análisis riguroso del sistema de I+D español, que desgraciadamente había sufrido pocos cambios desde la publicación del anterior informe. La situación en tierra de nadie en la que a este respecto se encontraba España —en un momento en el que el desarrollo científico y la innovación apuntaban a marcar el bienestar futuro de cualquier país— invitaba a una reflexión sobre cuáles son los cambios que debían producirse en su política de fomento de la I+D para que el país se uniera al grupo de cabeza de los países líderes en este terreno. Sin duda estos conceptos siguen siendo válidos hoy en día, pero también es cierto que la percepción de estos ha cambiado como consecuencia de la transformación mental producida en la sociedad durante el último año de convivencia con el virus.

Durante el último año, al menos en España, la sociedad ha tomado conciencia de que la I+D sirve para más cosas de las que creía. Entre otras, para desarrollar los conocimientos necesarios para salvar vidas y llegar a compren-

der una enfermedad que ya se ha llevado por delante a más de dos millones de personas en un año y que puede dejar graves secuelas en aquellos que han conseguido superarla.

En consecuencia, la palabra de los científicos que trabajan en aspectos relacionados con la COVID-19 ha sido utilizada por los medios de comunicación de todo el mundo para ofrecer una visión objetiva y un mensaje esperanzador sobre lo que aparece como un imponderable frente al que la sociedad actual se encuentra casi indefensa. Por supuesto, debemos felicitarnos por ello, pero no hay que acordarse de Santa Bárbara solo cuando truena. ¿Qué consecuencias va a tener el protagonismo de los científicos en la sociedad y en la toma de decisiones durante la pandemia para el desarrollo de la ciencia y la innovación en el medio y largo plazo?

En nuestro país, el Gobierno, desde el comienzo de su mandato, ha dado un mensaje inequívoco de que el apoyo a la ciencia y la tecnología constituye una de sus prioridades. No obstante, después de tantos años de declaraciones prometiendo mejoras, ¿podemos esperar que sea la pandemia lo que constituya el punto de inflexión que llevamos esperando tanto tiempo? Es probable que la respuesta a esta pregunta solo la podamos conocer en un futuro próximo, en cuanto pase la incertidumbre y el temor a lo desconocido que conlleva

la epidemia actual. Pero no por ello debemos dejar de ofrecer un diagnóstico necesario para afrontar la ineludible transformación que hemos de llevar a cabo.

A lo largo de este informe, vamos a analizar, desde un punto de vista lo más objetivo posible, la situación real de la ciencia y la innovación en nuestro país y las posibles vías por las que puede avanzar un desarrollo sólido y ordenado del sistema, de manera que pueda, por fin, convertirse en la base de una economía menos frágil que la actual, cuyas carencias y debilidades han quedado al desnudo de forma muy evidente en este tiempo de tormenta.

Los puntos centrales del informe

La pandemia del virus SARS-CoV-2 no debe hacernos olvidar que ya antes nos encontrábamos ante una fase de cambios muy notables en un mundo cada vez más global. Para poder sobrevivir en este nuevo mundo, España deberá prepararse desde ya para una transformación de las relaciones entre países que ya ha comenzado, con una alteración en el equilibrio entre las superpotencias y un muy probable mayor protagonismo de los países tradicionalmente olvidados por el mundo occidental.

Este informe analiza no solo la importancia de un sistema de investigación básica sólido, elemento esencial para disponer de una cultura que pueda asimilar los retos tecnológicos que vienen, sino también una tecnología propia acorde con las necesidades sociales del siglo XXI y una capacidad de innovación que se torna imprescindible para sobrevivir como país.

Existen amenazas globales que no podemos seguir ignorando. El cambio climático o la revolución verde son retos que, si no se enfrentan con decisión y conocimiento, nos relegarán a una posición subalterna en el concierto internacional. Como nos recuerda **Federico Mayor Zaragoza** en el segundo capítulo de este informe, la investigación, en palabras del prestigioso científico Sir Hans Krebs, “es ver lo que otros también pueden ver, pero pensar lo que nadie ha pensado”. Esta labor de saber dónde estamos y hacia donde se puede ir es una vocación y obligación ineludible de los científicos.

Lo primero que tenemos que hacer es situarnos en nuestro contexto, el europeo, y ver cuáles son nuestras posibilidades de mejora dentro del grupo de países de nuestro entorno, optimizando al máximo las opciones que nos ofrece nuestra pertenencia a la Unión Europea. El trabajo de **Emilio Muñoz** (Capítulo 3) da cuenta de la desigual evolución del conocimiento científico en el contexto europeo. El camino de la ciencia y la tecnología no ha sido fácil ni rectilíneo a lo largo de estos años, con zigzags constantes entre tecnología, innovación y ciencia básica (esta siempre de aparición posterior). Los famosos proyectos ERC, promovidos por el Consejo Europeo de Investigación, no han surgido de la nada y sin esfuerzos.

Nuestro país debe tener una idea clara de sus necesidades e intereses y debe contribuir a un desarrollo de la ciencia en la UE más integrador y sólido, transformándola en motor de una nueva tecnología e innovación capaces de afrontar los retos globales. Para ello, debemos saber qué queremos desarrollar y como conseguirlo. Solo así podremos tener una voz

respetada entre nuestros vecinos, amigos y competidores.

Por ello, el informe dedica su cuarto capítulo, escrito por **Isabel Álvarez** y **Raquel Marín**, a analizar las tecnologías que van a marcar el primer tercio de siglo en el contexto europeo, particularmente en su lucha por mantenerse dentro del grupo de cabeza con EE. UU. y los nuevos generadores de conocimiento, China e India —con la incógnita de si, con su salida de la Unión Europea, el Reino Unido permanecerá cercano a sus exsocios, si buscará nuevos socios o si intentará seguir solo su camino en lo que a generación de conocimiento se refiere—.

Entre otras, las tecnologías de las comunicaciones, la inteligencia artificial y la biotecnología, así como sus diversas aplicaciones, van a ser claves en el desarrollo de la sociedad en los próximos años. Europa no ocupa puestos de liderazgo en estas nuevas industrias —aquellas que producen móviles, ordenadores, tecnologías de red— ni parece disfrutar de capacidades empresariales suficientes como para destacar en las economías de plataforma. Mientras que los países competidores (y sus empresas) han hecho cuantiosas inversiones en estas tecnologías, ninguna de las denominadas *Big Tech*, que controlan la industria de los datos y la conectividad, proceden de países europeos. Se trata de un ámbito dominado por el conocido como grupo GAFAM, integrado por las empresas norteamericanas Google, Apple, Facebook, Amazon y Microsoft, y cuyos competidores más próximos son empresas chinas tales como Alibaba, Huawei, Tencet o Baidu.

El papel que pueda jugar España en esta carrera —bien como promotor, aunque sea

limitado, o como mero consumidor— dependerá de la existencia o no de un impulso decidido en la I+D y la innovación nacional. El plan de recuperación impulsado por la UE para afrontar las secuelas económicas y sociales que dejará tras su paso la COVID-19 incorpora una serie de ejes prioritarios, entre los que se encuentra el estímulo a la industria y a la inversión en I+D. En este contexto, el programa Horizonte Europa de apoyo a la investigación y la innovación en el periodo 2021-2027, como apuntan las autoras de este capítulo, representa casi la mitad del capítulo de “Mercado único, innovación y economía digital” del plan y algo más del 5% del marco financiero plurianual. Deberíamos aprovechar esta oportunidad.

No obstante, no basta con tener un sistema sólido de I+D (aunque sea imprescindible) para tener un buen desarrollo tecnológico y una innovación eficaz. No debemos olvidar que al conseguir un resultado científico solo se ha recorrido el 10% inicial de un camino lleno de trampas, que puede acabar con una innovación en el llamado “valle de la muerte”, como se indica en el capítulo de **Enrique Castellón** (capítulo 5). Con la finalidad de que eso no ocurra, tiene que existir un sistema de detección y elaboración de respuesta rápida para que un logro científico se pueda convertir en un desarrollo o innovación. Un ejemplo evidente, al que se alude en este capítulo, ha sido la reacción del mecanismo de respuesta a crisis del estado de Massachusetts para poner su poderoso sistema de I+D+i al servicio de la lucha frente la COVID-19, que se puso en marcha, incrementando la coordinación de las diferentes instituciones de I+D concernidas por la epidemia, con un fondo inicial de

70 millones de dólares, posteriormente incrementado en una acción nacional que supero los quinientos millones.

La desconexión entre el mundo de la investigación y el de las empresas es también objeto de atención en el trabajo de **Carmen Andrade** (capítulo 6). En el mismo, se señala que no se trata solo de un problema español, puesto que “la excelencia científica europea”, según la autora, “no se correlaciona con un impacto empresarial”. Aunque haya empresas que innovan y estructuran sus avances, el panorama general a este respecto es muy pobre y los modelos de colaboración público-privados hasta ahora empleados están agotados y deben ser objeto también de innovación.

En una dirección similar, **Jesús Ávila** (capítulo 7) da cuenta de los serios hándicaps de la ciencia española, salvo excepciones, en su intento de “trasladar” sus resultados y conocimientos acumulados al mundo de la empresa y la sociedad, en buena medida como consecuencia de sistemas de gestión y decisiones económicas poco adecuadas para hacer efectiva dicha función.

Por su parte, **Bruno Estrada** (capítulo 8) señala las serias deficiencias del tejido productivo español como una de las causas principales de la incapacidad del país para atraer y retener talento, algo que tiene más que ver con las limitaciones de la política científica y de innovación española que con su sistema formativo. Como muestra la comparación con Suecia incluida en el capítulo, es necesaria una profunda modernización de la organización del trabajo que la haga más eficiente y que fomente el aprendizaje colectivo y propicie la transmisión del conocimiento dentro de la empresa.

Otro de los capítulos de este informe, elaborado por **Jorge Barrero** (capítulo 9), analiza los resultados de una macroencuesta que realizó Cotec el año pasado sobre la actitud de la sociedad española con respecto a la innovación. Los datos ya mostraban antes de la pandemia una mayoritaria visión positiva de la innovación, aunque su confianza es inestable y en los últimos años ha mostrado una importante caída, algo que sin duda debería preocuparnos pero que estamos a tiempo de cambiar. En palabras del autor, “una sociedad que se siente concernida por la innovación, que se apropia de ella y que supervisa y exige mejores resultados sería el mejor punto de partida (si no el único) para impulsar ese nuevo modelo al que aspiramos”.

Para ello es imprescindible no olvidar que el importante papel de la educación. Si no existe innovación en la educación, todos estos planteamientos se quedan estancados por la falta del principal material necesario para innovar: las personas. El trabajo de **Domingo Martín y Ana García Laso** (capítulo 10) se dedica a este importante cuello de botella, planteando la importancia de implantar proyectos de innovación social dentro de los distintos niveles de educación, y en especial en niveles de educación superior técnica, para transferir competencias transversales al alumnado y alcanzar una sociedad con mayor conciencia social. La nueva sociedad debe incorporar los valores éticos a la vez que las innovaciones científico-tecnológicas.

Por último, el capítulo 11, elaborado por **Santiago López y Miguel Ángel Quintanilla**, se dedica a analizar los efectos de la pandemia en la cultura científica. Después de analizar lo ocurrido a lo largo del último año, señalan las

principales consecuencias de la pandemia, en términos de carencias y dificultades, así como respecto a la urgencia de las reformas que deben aplicarse. Es imprescindible mejorar la percepción de la sociedad sobre la importancia de la ciencia. Como estos autores expresan, “el primer paso es admitir que ni los políticos ni los ciudadanos españoles albergan el sentimiento de deuda con la ciencia”, una mentalidad que, sin duda, es necesario cambiar esa mentalidad. Como indican los autores, “tal vez reconociendo que 2020 fue el año de la ciencia, podamos celebrar el pacto social y de Estado por la ciencia y la innovación en 2021”.

Los diversos contenidos de este informe, por tanto, nos llevan a la inevitable conclusión de que hay que hacer todo lo posible por salir de la realidad estancada en la que nos encontramos. No solo con planteamientos teóricos, sino con acciones reales, que saquen a los grupos de investigación de nuestras universidades y a nuestro Organismos Públicos de Investigación de la situación de penuria financiera y ahogo administrativo en el que se encuentran. Sin que esto ocurra, no habrá plan de choque que valga para que España salga de la situación subalterna en la que se encuentra

actualmente y que la epidemia de COVID-19 ha evidenciado. Tenemos nuestros sistemas sanitarios, educativos y de ciencia y tecnología, entre otros, muy debilitados, en gran medida a causa de la política de austeridad y restricción presupuestaria implementada en la última década; y esta vez no parece que el turismo pueda venir una vez más a “sacar las castañas del fuego”.

Hay que hacer un esfuerzo por parte de todos los sectores sociales para replantear el desarrollo, tanto económico como social, del país. Para ello, la primera tarea debe ser cambiar nuestra mentalidad para reconocer que, sin ideas nuevas —y trabajo duro para ponerlas en marcha—, no podremos salir de esta situación de atraso en la que algunos se encuentran muy cómodamente instalados.

Evidentemente, esta presentación de nuevas ideas debe quedar plasmada en acciones concretas que puedan conducir a que España avance de una forma decidida y real en la senda de la innovación y modernización del sistema de I+D+i, así como en el cambio de la cultura científica de sus ciudadanos. Es lo que se pretende con la nueva edición de este informe.

2. Urgente: inventar el futuro

Federico Mayor Zaragoza

“Mañana puede ser tarde”

1. La ética del tiempo ante los retos globales

Una de las facultades distintivas de la especie humana es la de poder anticiparse, de saber para prever, de prever para prevenir. La facultad prospectiva es ahora, en los albores del siglo XXI y del tercer milenio, especialmente relevante, ya que, por primera vez desde el origen de los tiempos, la humanidad debe hacer frente a desafíos globales que, si no se abordan a tiempo, pueden alcanzar puntos de no retorno. La irreversibilidad potencial forma parte, desde ahora, de la responsabilidad del conjunto de los habitantes de la Tierra, pero, de forma muy especial, de la comunidad científica, académica, artística e intelectual, en suma, que debe situarse en la vanguardia de una gran movilización popular para contrarrestar la influencia de los grandes poderes. Estos, guiados exclusivamente por intereses cortoplacistas (cuya ofuscación e ignorancia de la auténtica situación afecta a la propia habitabilidad de la Tierra), representan en la actualidad un serio riesgo, no solo por sus ambiciones hegemónicas sino también porque, con una inmensa influencia mediática, convierten en espectadores

impasibles e indiferentes a buena parte de la ciudadanía.

Es, pues, tiempo de acción. Disponemos de una gran cantidad de diagnósticos, pero ahora es indispensable actuar a tiempo. En estas circunstancias cruciales, la ética del tiempo se convierte en uno de los principales referentes del comportamiento cotidiano, a todas las escalas, para evitar lo que constituiría una auténtica irresponsabilidad intergeneracional histórica.

Es preciso estar alerta. Dejar de ser espectadores para ser actores comprometidos, que saben, como tan lúcidamente indicó el presidente Obama, que “esta es la primera generación que debe hacer frente a este reto [refiriéndose al cambio climático] y la última que puede resolverlo”. Es preciso —lo advirtió el papa Francisco en su insólita encíclica ecológica *Laudato si'*— luchar contra la “globalización de la indiferencia”, término que después ha desarrollado con gran oportunidad Monseñor Marcelo Sánchez Sorondo, Canciller de la Academia Pontificia de Ciencias¹.

Conciencia de lo que ha acontecido, lecciones del pasado. Conciencia del presente y, sobre todo, memoria del futuro (Mayor, 1995), memoria para saber actuar hoy para el

¹ Véase http://www.pass.va/content/dam/scienze-sociali/pdf/vari/memoria_cumbre_jueces_2016.pdf

porvenir que está por-hacer. Esta es nuestra responsabilidad y nuestra esperanza: cada ser humano, único capaz de crear. Memoria permanente de que todos los seres humanos valen lo mismo. Memoria permanente de que no hay ciudadanos del mundo de clase preferente: ¡todos iguales en dignidad!

Memoria de las generaciones venideras. Memoria de la inmensa obra creadora de la humanidad, pero, sobre todo, memoria de cada ser humano, uno a uno, porque es el mayor e indeclinable patrimonio universal que tenemos que proteger. Memoria, cada instante del “otro”, de los “otros”, ¡de nos-otros! Memoria, sobre todo, del amor al prójimo, próximo o distante, porque es con frecuencia el supremo olvido, el supremo error. Memoria de la misión esencial de los intelectuales, científicos, docentes y artistas de liderar la movilización popular, el clamor, la voz debida, la voz de vida... a tantos que han tenido que permanecer silenciados, silenciosos, atemorizados y sumisos (Mayor, 2016a). Memoria, en suma, de la acción inaplazable. Ética del tiempo.

2. Atreverse a saber y saber atreverse

Ser educado es “ser libre y responsable”, como establece con tanta clarividencia el artículo 1.º de la Constitución de la Unesco. En el informe sobre la “educación para el siglo XXI” que encomendé en 1992 al entonces presidente de la Comunidad Económica Europea, Jacques Delors (1997) —fruto del trabajo de una gran Comisión integrada por profesores de todos los grados, pedagogos, sociólogos, filósofos, etc.—, se proponen cuatro “avenidas” prin-

cipales del proceso educativo: aprender a ser; aprender a conocer; aprender a hacer; y aprender a vivir juntos. De todas ellas debe destacarse siempre la primera.

“La educación es”, escribió hace un siglo D. Francisco Giner de los Ríos, “dirigir con sentido la propia vida”. Sí, aprender a utilizar estas facultades distintivas y desmesuradas de la especie humana: pensar, imaginar, anticiparse, ¡crear! A las “avenidas” de la Comisión de Jacques Delors añadí “aprender a emprender”, ya que —lo he comentado muchas veces— recuerdo que después de una estancia larga en el Departamento de Bioquímica de la Universidad de Oxford, en cuyo emblema del Condado figura la frase “*Sapere aude*” (atrévete a saber), pensé, cuando regresaba a España, que junto a atreverse a saber hay que saber atreverse, ya que, si el riesgo sin conocimiento es peligroso, el conocimiento sin riesgo es inútil.

Es necesario tener siempre presente la distinción entre educación y capacitación. La capacitación varía a veces de forma sustantiva, fijando el progreso en la adquisición de nuevos conocimientos. En cambio, la educación no se basa en aptitudes sino en actitudes, es decir, el seguimiento de unos principios “intransitorios” que se derivan de las facultades exclusivas de la condición humana.

3. Cambios apremiantes

Ha llegado el momento del cambio a escala pública e individual. Ha llegado el momento de la justicia. Los desafíos globales requieren soluciones globales que implican a su vez cooperación a escala mundial.

Los Acuerdos de París adoptados en la Cumbre del Clima de 2015 (COP21) deben llevarse a la práctica por todos los países del mundo porque es el destino común el que está en juego. Es necesario elegir el futuro. Como se indica en el principio de la Carta de la Tierra (2000): “Estamos en un momento crítico de la historia, en el cual la humanidad debe elegir su futuro”. Y termina: “Como nunca antes en la historia, el destino común nos insta a buscar un nuevo comienzo”.

Es imperativo que puedan cumplirse con diligencia las previsiones que se aprobaron con tantas dificultades y apremio. Para ello, es imprescindible que existan, bien entrenados ya, mecanismos supervisores y reguladores adecuados.

Y los primeros pasos consisten en regular el cambio climático y poner fin a la pobreza, garantizando que todas las personas que respiran el aire común de la Tierra puedan hacer realidad su derecho a una existencia digna.

Existe ya el conocimiento. Debemos ser capaces de aplicarlo y de hacerlo antes de que sea demasiado tarde. Es incuestionable que la gran urgencia actual consiste en hacer posible el disfrute por parte de todos de los frutos del saber.

En el Antropoceno, garantizar la habitabilidad de la Tierra y una vida digna a todos los seres humanos, constituye una responsabilidad esencial, porque el fundamento de todos los derechos humanos es la igual dignidad, sea cual sea el género, el color de piel, la creencia, la ideología, la edad... La crisis sistémica ha conducido a asimetrías sociales y a una pobreza extrema, de tal modo que la Tierra, por influencia de la actividad humana, se deteriora.

La actual crisis producida por la pandemia del coronavirus demuestra que no se trata de

accidentes fortuitos de coyuntura que transcurren en la superficie de la vida económica, sino que están inscritos en el corazón mismo del sistema. Se ha vuelto a producir una funesta contracción de la vida económica que producirá un aumento mayor del desempleo y la generalización de una desigualdad que conducirá a la quiebra del capitalismo financiero, lo que implica la definitiva incapacidad del orden económico mundial actual. Hay que transformarlo radicalmente.

En la crisis del 2008, las “leyes del mercado” condujeron a una situación caótica que requirió un “rescate” de miles de millones de dólares, de tal modo que “se privatizaron las ganancias y se socializaron las pérdidas”. Eso no puede volver a suceder. Estamos ante una ocasión histórica única para redefinir el sistema económico mundial en favor de la justicia social.

Precisamos de inversiones en energías renovables, en la producción de alimentos (agricultura, acuicultura y biotecnología), en la obtención y conducción de agua, en salud, medio ambiente y educación... para que el “nuevo orden económico” sea, por fin, democrático y beneficie a la gente. El engaño de la globalización y de la economía de mercado debe terminarse. La sociedad civil ya no será espectadora resignada y, si es preciso, pondrá de manifiesto todo el poder ciudadano que hoy, con las modernas tecnologías de la comunicación, posee.

4. Amenazas globales

Por primera vez en la historia, la humanidad debe hacer frente a procesos potencialmente irreversibles, de tal modo que, si no se adop-

tan medidas correctoras a tiempo, podrían alcanzarse puntos de no retorno.

Es inaplazable advertir a escala planetaria la irresponsabilidad inadmisible en la que incurriríamos si no reaccionamos con firmeza para reconducir las actuales tendencias.

En el mes de septiembre de 2015, en la “Declaración Conjunta: Emergencia Social y Ecológica” suscrita en primeros lugares por Mikhail Gorbachev, Mario Soares, Garry Jacobs, Colin Archer, Roberto Savio y François de Bernard, propusimos ya, con carácter de urgencia — en un contexto insolidario, progresivamente egoísta, xenófobo, racista y fanático—, la inmediata adopción de medidas relativas al medio ambiente, las desigualdades sociales y extrema pobreza, y la eliminación de las armas nucleares, al tiempo que urgíamos la refundación — inicialmente constituido en sesión permanente extraordinaria— de un sistema multilateral democrático, las Naciones Unidas, que el neoliberalismo ha marginado y sustituido por grupos plutocráticos (G6, G7, G8, G20).

Los Acuerdos de París sobre el Cambio Climático² (COP) alcanzados en la reunión de Naciones Unidas al respecto, así como la propuesta de los Objetivos de Desarrollo Sostenible³ (ODS) para el periodo 2015-2030 surgieron como pasos en la buena dirección.

La situación de emergencia social y ecológica era ya motivo de gran preocupación y se esperaba con impaciencia que se pasara de los diagnósticos al tratamiento en tiempo

oportuno, teniendo en cuenta especialmente a las generaciones futuras, deber indeclinable de las presentes.

Hasta hace poco, “Nosotros, los pueblos...” —como tan lúcidamente comienza la Carta de las Naciones Unidas— no podíamos expresarnos. Ahora, gracias a la tecnología digital, ya podemos hacerlo libremente. Y sabemos lo que acontece. Ahora sí, ya es posible alzar la voz. Si no, seríamos cómplices. Delito de silencio.

El porvenir está por hacer, todavía. Es tiempo de acción. Mañana puede ser tarde. Iniciemos, ahora que por fin es posible, la transición de una cultura de guerra a una cultura de paz, de la fuerza a la palabra.

Frente a una amenaza global, una respuesta global a quien pone en riesgo el cumplimiento de nuestro deber supremo: el cuidado a las generaciones venideras. Traicionarlas constituiría un terrible error histórico.

Si se lograran evitar estas sombrías perspectivas, entonces “Nosotros, los pueblos...” daríamos el siguiente paso: la reinstauración del multilateralismo que permitiría recorrer airesamente las primeras etapas de la nueva era.

Es preciso mantenerse alerta y vigilantes, con una actitud permanentemente proactiva, difundiendo este mensaje, proponiendo en su caso mejoras al texto y, sobre todo, reclamando adhesiones a aspectos muy concretos del mismo.

Constituye una auténtica exigencia ética que actuemos con apremio ante el reto actual del coronavirus. Es imperativo que los ciudadanos del mundo —frente a amenazas globales no caben distintivos individuales— dejen de ser espectadores abducidos y anonadados para convertirse en actores decididos; para que no se olvide, una vez más, lo que no debe

² Disponibles en: http://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf

³ Disponibles en: <https://www.un.org/sustainable-development/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

ser olvidado: que los índices de bienestar se miden en términos de salud y participación, de calidad de vida y creatividad, y no por el PIB, que refleja exclusivamente crecimiento económico, siempre mal repartido; que es apremiante un nuevo concepto de seguridad que no solo atienda a la defensa de los territorios, sino a los seres humanos que los habitan, asegurando su alimentación, agua potable, salud, cuidado del medio ambiente, educación, etc.; la inmediata eliminación de la gobernanza por los grupos plutocráticos y el establecimiento de un eficiente multilateralismo democrático; y la puesta en práctica, resueltamente, de la Agenda 2030 (ODS) y de los Acuerdos de París sobre Cambio Climático, teniendo en cuenta, en particular, los procesos irreversibles.

En plena crisis vírica, debemos tener en cuenta —para que las lecciones sean realmente aprendidas y aplicadas en todo el mundo— la situación en países que siempre quedan fuera del punto de mira de los “grandes”, como la plaga de langostas que hoy sigue causando estragos en Kenia, Etiopía y Somalia; las víctimas del sida y del dengue; las víctimas de la creciente insolidaridad internacional con los refugiados y migrantes...

5. Responsabilidades intergeneracionales

Desde hace décadas, los científicos venimos insistiendo en la necesidad imperativa de que la economía asegure el pleno ejercicio de los derechos inherentes a todos los seres humanos sin excepción y que el consumo no tenga lugar en detrimento de la naturaleza y de la calidad de vida.

Desde mediados del siglo pasado, la Unesco creó la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, los programas internacionales geológico, hidrológico y oceanográfico y, al poco tiempo, el Programa sobre el Hombre y la Biosfera. Asimismo, ya en 1972, el Club de Roma, animado por el clarividente Aurelio Peccei, advertía sobre “los límites del crecimiento”. En la misma dirección, la Academia de Ciencias de los EE. UU. ponía de manifiesto en 1979 que no solo las emisiones de gases con “efecto invernadero” aumentaban sin cesar, sino que, todavía peor, la capacidad de recaptura de las aguas marinas disminuía por la continua lesión del fitoplancton por los vertidos y lavados de los tanques de los petroleros en altamar, que utilizaban en lugar de las instalaciones portuarias oportunas.

El “gran dominio” (militar, financiero, energético y mediático) no solo desoía los apremiantes llamamientos de instituciones especializadas en ecología, basadas en el rigor científico, sino que —auténtico delito— se crearon poderosas fundaciones para que “pseudocientíficos” a sueldo declararan lo contrario.

Y todo ello en un momento histórico en que el neoliberalismo, de la mano del presidente Reagan y de la primera ministra Thatcher, iniciaba un largo proceso de marginación del multilateralismo democrático —al cual, desde 1919, con la Liga de Naciones, el Partido Republicano de los EE. UU. ya había puesto de relieve su frontal rechazo—, desafiando los ámbitos de competencia de casi 200 países y transfiriendo las riendas de la gobernanza planetaria a un grupo oligárquico y plutocrático, el G6, que al igual que los G7, G8 y G20 en los que se transformó sucesivamente, consistía en realidad en un solo poder: el del G1 norteamericano.

Se inició de este modo la deriva a la que hoy tenemos que hacer frente a escala mundial, con el apremio adicional de tener que paliar fenómenos desbridados como el del cambio climático. Es insoslayable que, como se decidiera por la Unión Europea en Lisboa en el año 2000, las medidas correctoras de la economía y de los gravísimos desequilibrios sociales “se basen en el conocimiento”.

6. Nuevo concepto de seguridad

Los grandes poderes actuales siguen pensando que la fuerza militar es la única expresión y referencia de la “seguridad”. Grave error que se ocupa exclusivamente de los aspectos bélicos y deja totalmente desasistidos otros múltiples aspectos de la seguridad “humana”, que es, en cualquier caso, la que realmente interesa.

Observamos los arsenales colmados de cohetes, bombas, submarinos, aviones y barcos de guerra, y volvemos la vista hacia los miles de seres humanos que mueren de hambre cada día o hacia los que viven en condiciones de extrema pobreza sin acceso a los servicios de salud adecuados. Contemplamos consternados el deterioro progresivo de las condiciones de habitabilidad de la Tierra, conscientes de que debemos actuar sin dilación.

Cuando nos apercebimos de la dramática diferencia entre los medios dedicados a potenciales enfrentamientos y los disponibles para hacer frente a recurrentes catástrofes naturales (incendios, inundaciones, terremotos, tsunamis... ¡pandemias!), constatamos, con espanto, que el concepto de “seguridad” que siguen promoviendo los grandes productores de armamento es no solo anacrónico sino alta-

mente perjudicial para la humanidad (Mayor, 2016b). Se precisa, sin demora, la adopción de un nuevo concepto de seguridad, bajo la vigilancia atenta y la implicación directa de las Naciones Unidas.

7. Solución: multilateralismo democrático

Disponemos hoy de muchos diagnósticos sobre los distintos aspectos de la situación a escala mundial, pero carecemos de tratamientos a tiempo. Como científico, debo insistir en la imperiosa y apremiante necesidad de actuar antes de que se alcancen puntos de no retorno. Debemos actuar siguiendo directrices científicas antes de que la calidad de la habitabilidad de la Tierra se deteriore.

Los heraldos de la “seguridad” convencional recorren la Tierra frotándose las manos por los beneficios de los artificios bélicos que venden, incluso a los más menesterosos... porque “la seguridad es lo primero”.

Durante siglos, con un poder absoluto masculino, ha prevalecido —no me canso de repetirlo— la razón de la fuerza sobre la fuerza de la razón, escudados los líderes en el perverso adagio “Si quieres la paz, prepara la guerra”, jaleados con las más oscuras alarmas y amenazas por los productores de armamento, interesados siempre en que la paz aparezca como una pausa entre dos guerras. Las colosales inversiones diarias en seguridad territorial alcanzan 4,000 millones de dólares mientras mueren, en el mismo periodo de tiempo, miles de personas de hambre y desamparo, en su mayoría niñas y niños de 1 a 5 años de edad.

Son las mujeres y los jóvenes los que están demostrando, presencialmente y en el ciber-

espacio, que el tiempo del silencio y sumisión ha concluido. Hoy, gracias en buena medida a la tecnología digital, son muchos los seres humanos que pueden expresarse libremente, que saben lo que acontece; sobre todo las mujeres, marginadas durante siglos, se hallan en camino de desempeñar, en muy pocos años, el importante papel que, en plano de completa igualdad, les corresponde.

La maraña pluridimensional que acompaña la deriva neoliberal y la gobernanza de sus grupos plutocráticos (G7, G8 y G20) ha impedido hasta ahora que se adoptaran las medidas que en el otoño de 2015 llenaron de esperanza a los más advertidos de la gravedad de las amenazas globales de un mundo en manos de irresponsables.

Los grandes poderes actuales siguen pensando que la fuerza militar es la única expresión y referencia de “seguridad”, gravísimo error que se ocupa exclusivamente de los aspectos bélicos y deja totalmente desasistidos otros múltiples aspectos de la seguridad “humana”, que es, en cualquier caso, lo que realmente interesa.

La seguridad alimentaria, acceso a agua potable, servicios de salud, rápida, coordinada y eficaz acción frente a las situaciones de emergencia... es esta y no otra la seguridad que “Nosotros, los pueblos...” anhelamos y merecemos.

“Situaciones sin precedentes requieren soluciones sin precedentes”, feliz expresión de Amin Maalouf que no me canso de repetir. Es apremiante la refundación del sistema de Naciones Unidas, con voto ponderado, pero sin veto, en el que tengan representación no solo los Estados sino, como reza la Carta, “los pueblos”, para que, en el menor tiempo posible,

el progreso científico permita una vida digna para todos los habitantes de la Tierra, a través de una economía que atienda las prioridades, bien establecidas ya, conducentes a un desarrollo humano y ecológicamente sostenible.

Todos los seres humanos son iguales en dignidad: esta debe ser la referencia para los cambios radicales que son ahora apremiantes. Hasta hace pocas décadas, “Nosotros, los pueblos”, no podíamos expresarnos. Ahora, por primera vez en la historia, ya podemos. Ya somos mujer y hombre. Y ya somos conscientes de que “mañana puede ser tarde” y de que el deterioro de la calidad de vida no tiene marcha atrás. Ahora ya podemos sustituir la fuerza por la palabra. Y ser millones y millones los que, un día señalado, escriban en sus móviles “NO” a las políticas actuales, a los grupos oligárquicos que pretenden retener en sus manos las riendas del destino común. Y decir “SÍ” a la eliminación completa de las armas nucleares y a los comportamientos cotidianos solidarios y a un sistema de Naciones Unidas dotado de los recursos personales, financieros, técnicos y de defensa necesarios para el pleno ejercicio del multilateralismo democrático... para hacer posible un nuevo concepto de seguridad.

8. Nuevo estilo de vida

“La paz”, establece la Carta de la Tierra, “constituye un conjunto creado por las relaciones correctas con uno mismo, con otras personas, con otras culturas, con otras vidas, con la Tierra y con el conjunto más amplio del que todos somos parte”.

No se puede decir más en menos palabras. Por esta razón, es imprescindible es-

forzarse en contribuir a su amplia difusión y conocimiento en todas las escuelas, centros docentes, instancias de gobierno, medios de comunicación, etc. Es imperativo fomentar la convicción de que el legado “natural” que recibimos de nuestros antecesores debemos traspassarlo en buenas condiciones a quienes nos sucedan. En torno a este fin, es imperativo que nosotros, los pueblos de la Tierra, declaramos nuestra responsabilidad unos hacia otros, hacia la gran comunidad de la vida y hacia las generaciones futuras.

Es preciso trabajar sin desmayo, cada día, para construir un mundo viable y sostenible, donde la democracia, la equidad y la justicia social, la paz y la armonía con nuestro entorno natural sean palabras claves para la acción y para profundizar en las causas del deterioro, con el fin de acometer acciones preventivas.

Los temas que hay que resolver son de carácter social, económico, financiero, comercial y ambiental, con objetivos y compromisos concretos cuya meta final sea un desarrollo humano, sostenible y global.

Es necesaria y urgente la articulación de técnicas y mecanismos jurídicos en favor del respeto de la biodiversidad y de la lucha contra el cambio climático y el efecto invernadero, así como del uso racional de fuentes energéticas renovables y de los bienes comunes naturales tan esenciales como el agua.

La clave de todo sistema democrático es la interacción, la escucha, la participación. Educación para todos a lo largo de toda la vida para que se asegure la presencia, cada vez más numerosa, de los ciudadanos en la gobernación. Para que las instituciones —en particular las universidades— sean, por su interdisciplinariedad, asesores de las institu-

ciones democráticas (parlamentos, consejos municipales, medios de comunicación) y atalayas o torres de vigía, para favorecer la anticipación y, por tanto, la prevención.

Por fin, la mujer en el estrado. Ya no son solo hombres los que aparecen en el escenario, aunque todavía predominan, sino que el número de mujeres aumenta progresivamente y su incidencia en la toma de decisiones, a escala local y global, es absolutamente imprescindible para la gran inflexión desde una cultura de dominio, opresión y violencia a una cultura de diálogo conciliación, alianza y paz. Por fin, la ciudadanía ya puede participar y expresarse. De pronto, el clamor popular. Muy pronto, los anónimos cobrarán semblante y los imposibles de ayer podrán hacerse realidad mañana.

Debemos a los jóvenes un legado mejor del que ahora se adivina, y hemos de hacer todo lo posible por alcanzarlo. Pero son los jóvenes, los niños de hoy, los que deben prepararse para proseguir sin cesar, sin cejar, la labor de conservación, con su actitud cotidiana. La naturaleza y, sobre todo, los habitantes de la Tierra, todos iguales en dignidad, merecen este afán, este denuedo, este desvivirse que proporciona autoestima y felicidad.

Corremos el riesgo de dejarnos llevar por el inmenso vendaval de los medios de comunicación, de dejarnos ahorrar por el omnipresente poder mediático, inmersos en un formidable torbellino de acontecimientos seleccionados, magnificados unos, deslucidos otros... de tal modo, que ya no sabemos más que lo que se quiere que sepamos, con manipulaciones que llenan nuestro jardín, a veces hasta en sus más íntimos rincones, de árboles y plantas no solo ajenas sino indeseadas.

Creadores y libres, sin adherencias, con alas sin lastre para el vuelo alto, “para proporcionar fundamentos éticos a la comunidad mundial emergente”. De los cuatro principios o compromisos con los que se inicia el articulado de la Carta de la Tierra, el tercero se refiere concretamente a “construir sociedades democráticas que sean justas, participativas, sostenibles y pacíficas”. Asegurarse, dice este apartado, de que en todas las comunidades y a todos los niveles pueda garantizarse el ejercicio de los derechos humanos y libertades fundamentales, y proporcionar a cada uno oportunidades para la plena puesta en práctica de su potencial. Creo que este es un aspecto particularmente relevante: atareados unos en los apremios que les permiten, a veces a duras penas, sobrevivir; distraídos otros en entretenimientos que les impiden disponer de tiempo para pensar; ofuscados otros en temores, supersticiones e individualismos que no solo ponen de manifiesto su ignorancia, sino que conducen con frecuencia a adoptar posiciones intransigentes, extremistas, fanáticas. Son pocos los que pueden sustraerse de la rutina y de la inercia para pensar lo que dicen y decir lo que piensan.

9. Es tiempo de acción

Ha llegado el momento de replantear el sistema, no de aceptarlo o de adaptarlo. ¡Implicaos!” fue el grito-mensaje final de Stephan Hessel. “Tendréis que cambiar de rumbo y nave”, apostilló José Luis Sampedro. Pues bien, ha llegado el momento de implicarse, de cambiar de rumbo y nave, para el “nuevo comienzo” que preconiza la Carta de la Tierra, documento que deberíamos tener como refe-

rente esencial para los cambios radicales que debemos acometer.

La propia Declaración Universal de los Derechos Humanos establece claramente, en el segundo párrafo de su preámbulo, que, si no fuera posible el pleno ejercicio de los derechos humanos, estos podrían verse “compelidos a la rebelión”. Pues bien, ha llegado el momento, de manera pacífica pero firme, de la rebelión, de expresaros, de haceros oír, de inundar el ciberespacio y las calles de vuestra presencia, de vuestra voz, de vuestros puntos de vista, conscientes de que la reacción frente a los desafíos globales es inaplazable.

Disponemos de muchas hojas de ruta dejadas al lado, marginadas, menospreciadas, que hoy son más importantes que nunca en el pasado: la Declaración Universal de Derechos Humanos, la Carta de la Tierra, la Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea, la Declaración de las Naciones Unidas sobre el Milenio, la Declaración y Plan de Acción sobre una Cultura de Paz... Todas ellas deben servirnos en estos momentos para orientar nuestro comportamiento cotidiano. También actualmente, gracias a la longevidad, disponemos de un tesoro normalmente infrautilizado: la experiencia de los que viven los últimos trechos de su recorrido humano. La experiencia es el balance de los aciertos y los errores de cada uno, acumulando un valor tan extraordinario como precariamente utilizado. Por esto animo a los jóvenes a compartir experiencias y vivencias para que les ayuden a no desfallecer, a decidir actuar con denuedo cuando todavía sus alas son fuertes para volar alto y sin decaimientos.

No toleremos ningún brote de supremacismo. Esta es la mayor fuente de enfrentamientos, la mayor responsable de víctimas

a lo largo de la historia, de una historia que no puede repetirse. Todos los seres humanos iguales en dignidad es el principio de la justicia y de la paz.

“No hay desafío que se sitúe más allá de la capacidad creadora distintiva de la especie humana”, proclamó el presidente norteamericano John F. Kennedy en 1963. Debemos inventar el futuro. Todo imposible hoy puede ser feliz realidad mañana, pero, como escribió tan sabiamente Miquel Martí i Pol, “¿Quién, si no todos?”.

10. Conocimiento para inventar el futuro

La pandemia a la que se está haciendo frente ha puesto de manifiesto muy graves deficiencias del actual modo de vivir: desigualdades intolerables; globalización de la insolidaridad; falta de coordinación en servicios básicos; brotes de supremacismo y racismo; incumplimiento de deberes humanos básicos; concentración de poder global en unos pocos consorcios mercantiles; asimetrías humanamente inadmisibles en los servicios de salud... Cada ser humano único capaz de crear, esta desmesura inverosímil, esperanza de la humanidad. Esperanza individual y colectiva.

La información se convierte en conocimiento mediante la reflexión. Es necesario conocer bien la realidad, porque solo de este modo puede, en su caso, transformarse en profundidad. De otro modo, los cambios pueden ser superficiales, epidérmicos, incluso sesgados. Por eso, es necesario que contemplemos el conjunto y no únicamente aquellos aspectos que son fugazmente ilu-

minados por los medios de comunicación. Es preciso cerrar los ojos y ver los invisibles, todo aquello que no forma parte de la noticia que, por su propia naturaleza, versa sobre lo accidental. “En la medida en que seamos capaces de ver los invisibles”, dijo el Prof. Bernard Lown en su investidura como Premio Nobel de la Paz en 1985, “seremos capaces de hacer los imposibles”. Imposibles hoy, posibles mañana, si aprendemos a conocer y, en consecuencia, a hacer, a poner en práctica el conocimiento.

El conocimiento es siempre positivo, la aplicación puede no serlo. Puede, incluso, atentar contra los principios éticos esenciales. No todo lo factible es admisible y, por tanto, es necesario que sepamos siempre distinguir entre el “aprender a conocer” y el “aprender a hacer”, ya que es, repito, en la puesta en práctica del conocimiento donde pueden cometerse grandes errores, incluso grandes horrores.

Escuchar, incorporar saberes y experiencias para actuar lúcidamente, para poder no solo aconsejar sino anticiparnos, ser vigías del mañana. El pasado debe conocerse con la mayor nitidez posible, pero ya está escrito. En cambio, el porvenir está por hacer y la mayor responsabilidad de todo ser humano es contribuir a que, utilizando la capacidad de anticipación, puedan ponerse en práctica los diseños del futuro que anhelamos.

Deber de memoria: la más relevante lección de la crisis mundial producida por el coronavirus es que el conocimiento es el pilar fundamental de la nueva era. En pocos años se han producido profundos cambios de índole muy diversa que deben permitir ahora —si seguimos asidos al recuerdo y no permitimos que, una vez más, los pocos distraigan y amilanen a los

muchos— alcanzar los siguientes grandes objetivos: la igual dignidad de todos los seres humanos, sea cual sea su género, etnia, ideología, creencia, etc.; y la participación de la ciudadanía a escala nacional (democracia real) e internacional (multilateralismo democrático), para el pleno ejercicio de una gobernanza mundial.

Saber y sabiduría para inventar un futuro distinto. Cuanto más sepamos más capaces seremos de actuar, de prever, de prevenir, de hacer frente a nuevos retos. Y poder estar serenos porque, como el ave “que canta, aunque la rama cruja”, seremos conscientes de la fuerza de nuestras alas.

11. Una nueva era

Estamos en una Nueva Era. Desde hace algunos años, sabemos que la demografía y la actividad propia de la especie humana afectan a la habitabilidad de la Tierra. También es cierto que, por primera vez en la historia, los seres humanos pueden disponer de una información global y convertirse en ciudadanos del mundo, conscientes de la naturaleza de las amenazas y de la necesidad de una respuesta adecuada y oportuna.

Estoy convencido de que, si no se rectifica rápidamente, la situación y las perspectivas sociales, laborales y medioambientales serán de tal índole y gravedad que producirán, en términos orteguianos, la “rebelión de las masas”. Una postcrisis implica, aunque algunos sigan resistiéndose a ello, una rápida evolución; alternativa nunca aconsejable es la revolución. La diferencia entre una y otra palabra es tan solo una “r”: la “r” de responsabilidad.

Es necesario y apremiante compartir adecuadamente los beneficios que se obtienen de la

explotación de los recursos naturales entre aquellos que poseen la tecnología y los habitantes de los espacios donde dichos recursos se hallan.

El profesor Hans Krebs me dijo, en 1966, en el laboratorio de bioquímica de la Universidad de Oxford, “investigar es ver lo que otros también pueden ver... y pensar lo que nadie ha pensado”. Lo he repetido después con frecuencia a los “acumuladores de datos”. Hoy, saturados de información, debemos reflexionar e inventar el mañana que permita a las generaciones que llegan a un paso de la nuestra vivir dignamente, dotadas de las referencias y asideros éticos para un nuevo comienzo esperanzado.

Bibliografía

- Delors, J., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., et al. (1997). *La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno*. Santillana: Ediciones Unesco. Disponible en: <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12799/1847/La%20educacion%20encierra%20un%20tesoro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mayor Zaragoza, F. (2015). *Memoria para saber lo que acontece. Memoria para inventar el porvenir*. Disponible en: <http://federicomayor.blogspot.com/2015/10/memoria-para-saber-lo-que-acontecio.html>
- Mayor Zaragoza, F. (2016a). *Memoria del futuro*. Disponible en: <http://federicomayor.blogspot.com.es/search/label/Memoria%20del%20futuro>
- Mayor Zaragoza, F. (2016b). *Urgente: un nuevo concepto de seguridad*. Disponible

- en: http://federicomayor.blogspot.com/2016/08/urgente-un-nuevo-concepto-de-seguridad_29.html
- VV. AA. (2000). *La Carta de la Tierra*. Disponible en: <https://cartadelatierra.org/lea-la-carta-de-la-tierra/>
- VV.AA. (2015). *Declaración Conjunta: Emergencia Social y Ecológica*. Disponible en: <http://fund-culturadepaz.org/doc/DeclaracionConjunta.pdf>

3. Demasiadas piedras en el camino del desarrollo europeo: visiones bajo el prisma de la filosofía de la política científica

Emilio Muñoz

1. Introducción: contexto geoestratégico

El conocido refrán “el hombre es el único animal que tropieza dos veces en la misma piedra” podría servir de metáfora para explicar un recorrido socioeconómico y político por los últimos ochenta años de la historia de la humanidad.

Durante este tiempo, los dos mantras que han movido el mundo, tras la depresión económica y política posterior a la II Guerra Mundial, han sido el crecimiento y el desarrollo, y Roosevelt y Keynes, los nombres evocados para marcar con sello personal las apuestas que llevaron al resurgimiento tras las dos guerras, que asolaron especialmente a Europa.

Uno de los productos innovadores de gobernanza política resultantes de los periodos posguerra fue el multilateralismo asociado al ejercicio de la democracia. Tal concepto, ampliamente difundido en el ámbito de las Relaciones Internacionales, se define como una forma de toma de decisiones bajo el prisma del consenso y la negociación, acorde con principios que modelan las relaciones entre los Es-

tados. Entre las organizaciones multilaterales nacidas de este amplio proceso transformador destacan la Organización de Naciones Unidas (ONU), con una pléyade de organismos asociados, el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial y la Organización Mundial del Comercio (OMC), con diferencias en sus dinámicas evolutivas estratégicas.

En este capítulo, haremos un repaso, desde una perspectiva personal, resultante de la experiencia en política científica, de la relación entre ciencia y geoestrategia, poniendo especial atención en el papel esencial del multilateralismo. Tras poner el énfasis en el ámbito de la Europa comunitaria, con sus vaivenes entre ciencia e innovación, terminaremos con un análisis de su incidencia en el caso español.

2. Evolución del multilateralismo y sus relaciones con el ámbito de la ciencia

La Organización de Naciones Unidas (ONU) tuvo un proceso de gestación de alrededor de tres años y vio definitivamente la luz en

1945. Se trata, sin duda, del organismo más complejo de la historia de las relaciones internacionales.

El multilateralismo se ha visto afectado casi desde el principio por los intereses de los grandes poderes políticos y económicos y por la dificultad intrínseca para que estos se transformaran y que los planes armamentísticos y económicos pudieran ser sustituidos por objetivos asociados a la consolidación de los derechos sociales. El derecho a veto, generalmente cruzado entre Estados Unidos, China y Rusia, ha limitado la acción de la ONU tanto en el plano de los conflictos bélicos como en cuestiones de dependencia planetaria, lo que se ha traducido en ineficiencia en la toma de decisiones sobre cuestiones tan importantes como el mantenimiento y extensión de los derechos humanos, el cambio climático, o la proliferación de los populismos y nacionalismos, con los consiguientes riesgos para las democracias.

Casi en paralelo al nacimiento de la ONU surgió la UNESCO (Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), que se gestó en 1942 en una Conferencia de Ministros de Educación de los Países Aliados y se puso en marcha en 1945. Fue el referente para establecer las bases instrumentales de la política científica moderna inspirada en la estrategia de los Estados Unidos. Luego, esa perspectiva ha coexistido con las iniciativas de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) hasta ir perdiendo protagonismo instrumental frente a esta organización, más selectivamente vinculada al campo del desarrollo económico, aunque manteniendo iniciativas simbólicas como la Declaración Universal sobre el Genoma Humano

y los Derechos Humanos en 1997¹ o la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos en 2005². Más recientemente se ha hecho vigente el reconocimiento del derecho a la ciencia como derecho humano universal³.

Otra entidad asociada de la ONU, ligada al área de las tecnologías y la innovación, es la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), establecida casi veinte años más tarde, en 1966, y que ha servido de plataforma y lanzadera para iniciativas de desarrollo cooperativo. De hecho, la ONUDI fue la entidad responsable de poner en marcha el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología, al que España aspiró sin éxito a acoger, aunque nuestro país albergó la Conferencia de las Partes para la decisión final, que se repartió entre Italia y la India, mientras que dicho proyecto fue la base para la creación del Centro Nacional de Biotecnología (CNB).

2.1. Peculiaridades europeas

La Unión Europea es una interesante aventura por la que Europa trató de salir del dramático primer medio siglo XX, con dos grandes

¹ Disponible en: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13177&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

² Disponible en: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=31058&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

³ Ver, por ejemplo, esta entrevista a Mikel Mancisidor, miembro del Comité de la ONU por el derecho a la ciencia, disponible en: <https://www.agenciasinc.es/Entrevistas/La-ciencia-esta-en-el-corazon-de-los-derechos-humanos-desde-el-principio>

guerras en las que un país europeo, Alemania —con el Imperio austrohúngaro primero y luego con el Tercer Reich—, fue el desencadenante del furor bélico, mientras que otros países europeos, con Inglaterra y Francia a la cabeza, tuvieron que organizar la reacción. Es una faceta particular del multilateralismo en un solo continente, que llegó algo más tarde que el promovido por los Estados Unidos. El sueño de hacer de Europa un lugar de colaboración en lugar de ser un espacio de destrucción parece que tuvo su primer estímulo en una conferencia de Winston Churchill en 1946, aunque el primer paso oficial lo dio el ministro de Asuntos Exteriores francés Robert Schuman en 1950 al hacer un llamamiento a Alemania occidental y a los países europeos para que la gestión de dos materiales —el carbón y el acero— de enorme influencia armamentística se sometieran a una autoridad común. Con ello comienzan a elaborarse y aplicarse los tratados —fórmula específica de las relaciones internacionales— que serán el instrumento constitutivo de ese objetivo y que empezó con la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA), para seguir con la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) y terminar la triada de comunidades con la Comunidad Económica Europea (CEE/CE). El tratado de Euratom ya atrajo el interés por la ciencia, aunque se reconoció la imposibilidad de dedicar recursos europeos a su promoción sobre esta base. Se optó por recurrir a la fórmula tradicional de la cooperación, que consiste en seleccionar un tema, área o campo en el que interesa la cooperación, con el fin de que los Estados miembros financien las investigaciones y que se destine un fondo comunitario para las actividades

cooperativas. Así nació el programa COST (de sus siglas en francés, Cooperation Scientifique et Technique), que se define como “la primera y una de las más amplias redes europeas intergubernamentales de coordinación de la investigación científica y técnica europea”.

Además de COST, existió algún atisbo de acción estratégica en el terreno de la ciencia y la tecnología, como veremos más adelante, si bien hubo que esperar a 1982 para que la ciencia y la tecnología formaran parte de las políticas europeas, en principio con limitaciones ante la necesidad de contar con los marcos o tratados adecuados.

3. Europa como agente impulsor en ciencia y tecnología: el tránsito desde un Estado del bienestar a una sociedad globalizada pasando por una sociedad del bienestar

En 2007, durante los días 10 y 11 de abril, dentro del marco de una serie de conferencias celebradas en la Universidad Complutense de Madrid, presenté una ponencia con el título “Visión de Europa de la I+D desde España: entre contradicciones y perplejidades”. Ofrecía en ella un resumen de cómo se había construido la política científica europea, de la importante incorporación de la ciencia como parte del acervo político europeo y de cómo hacer frente a la “paradoja europea”: que Europa liderara la producción en ciencia, pero fuera ineficaz en su transformación en innovación y en la producción de bienes y servicios con valor económico.

La estrategia se apoyó en los siguientes instrumentos y reflexiones: Fórmula del Progra-

ma Marco; Definición de prioridades a través de ejercicios de prospectiva; Incorporación de los actores sociales en los procesos de diseño de las políticas; Preocupación por las dificultades europeas para utilizar el conocimiento científico y técnico; y Progresiva reorientación de la I+D hacia una política que incorporara la innovación.

Como consecuencia de esta transición, el Programa Marco introdujo los estudios socioeconómicos como una de las prioridades europeas. Los economistas de la innovación alcanzaron entonces un estatus de relevancia en el seno de la política de I+D+i europea; de ahí procede el ya mencionado término de la “paradoja europea”, objeto de análisis por parte de los científicos y expertos que intervenían en los grupos de trabajo establecidos por la Comisión Europea. La conferencia terminaba del siguiente modo: “En resumen, debemos colectivamente diseminar el mensaje de que la ciencia y la tecnología, y sus políticas de promoción, están moviéndose por un camino muy complicado, intrincado, con un notable número de interacciones entre un amplio conjunto de actores. Su comprensión y su análisis requiere aproximaciones interdisciplinarias, transdisciplinarias y multidisciplinares, con la intervención de expertos y profesionales con diferentes bagajes: economistas, sociólogos, historiadores de la ciencia y la tecnología, politólogos, científicos experimentales e ingenieros que trabajen de modo cooperativo y coordinado”.

Europa, y España particularmente, parecen haberse enredado en este camino complejo y contradictorio.

La situación que condujo a esta conclusión ha tenido mucho que ver con el proceso ocu-

rrido en paralelo a nivel global. El periodo de cambios profundos vividos en los últimos más de treinta años —de los que Francis Fukuyama fue paradójicamente heraldo y cronista a la vez con su controvertida declaración de “el fin de la historia” en 1992— puede resumirse en tres acontecimientos puntuales: en el ámbito geoestratégico, la caída del muro de Berlín en noviembre de 1989; en el campo socioeconómico, la declaración de Fukuyama; y en el terreno político, el asesinato de Olof Palme en 1986, todavía pendiente de resolución. Para seguir en lo paradójico, coloco este acontecimiento, primero en el tiempo, al final por su efecto “irradiación”, ya que influyó en el declive de la socialdemocracia y con ello se contribuyó a la dilución de la sociedad del bienestar.

Esta transformación abrió un canal para la circulación del capitalismo neoliberal que con tanto éxito político promovieron Thatcher y Reagan, proceso que se acompañó de la pérdida de la influencia europea en la defensa del bienestar o calidad de vida. En este contexto, al que recientemente hemos llamado “sociedad desordenada”⁴, se fue produciendo el avance de un neoliberalismo esencialmente economicista, en el que los economistas alcanzaron un protagonismo político inusitado, originando un fenómeno especial en la historia de la humanidad. Este poder fue atribuido a economistas que, en opinión de algunos analistas y filósofos de la ciencia, estaban lejos de la necesaria coherencia que demanda la ciencia, tanto por su mesianismo como por

⁴ En un artículo, publicado junto con Jesús Rey Rocha en el diario *The Conversation*, disponible en: <https://theconversation.com/covid-19-guia-de-antidotos-eticos-para-sacar-al-planeta-de-la-uci-135847>

haber malinterpretado a su gran inspirador, Adam Smith, considerado el fundador de la ciencia económica. Abrazaron el concepto de la “mano invisible” pero se olvidaron de la preocupación que el filósofo moral escocés muestra ya en el Libro I de *La Riqueza de las Naciones* por la relación entre trabajo y capital, productividad y mercado. Desde la sociedad ateniense no se había alcanzado tanta influencia política por cultivadores de actividades relacionadas con el conocimiento científico. Los economistas que iban a liderar este movimiento desarrollaron además una línea de la ciencia económica basada en la modelización y las ciencias matemáticas, que se ha convertido en la corriente principal de esta disciplina hasta dominar de forma casi absoluta los campos de la docencia universitaria y el reconocimiento científico en la comunidad de las ciencias económicas.

Hoy en día es ya un hecho reconocido que la globalización era el gran objetivo de este movimiento que empezó hace tres décadas. También ha comenzado una rendición de cuentas de los proponentes y defensores de esta estrategia, quienes suelen ofrecer como defensa tan solo un resultado estadístico, el aumento de la renta per cápita en el mundo, un dato que desgraciadamente carece de finura analítica, puesto que omite la detección de la desigualdad y el daño ambiental. También ha habido análisis críticos sobre la globalización, entre los que destaca Dani Rodrik, posición crítica a la que asimismo hemos contribuido desde España (véase la nota 6). Lo que parece incuestionable en estos momentos, más sufriendo la pandemia de la COVID-19, es que los ejecutores del neoliberalismo radical especulativo y monetarista de-

ben asumir su responsabilidad ante la historia por el daño, ya casi irreversible, al planeta y a los seres vivos que lo habitan⁵.

4. Los traspies del proyecto europeo: trayectoria bamboleante y a paso de tortuga

La aventura comunitaria europea llegó tarde en el ejercicio de reconstrucción democrática que surge tras la Segunda Guerra Mundial, pero a la vez, paradójicamente, vino en el momento oportuno, porque a sus creadores le acompañaba en el viaje una maleta cargada de ideas, proyectos, ilusiones y frascos plenos de dosis de liderazgo. Alcanzar la meta no era fácil ni fue nunca diáfano el camino. Hubo muchos obstáculos, derivados de una historia cargada de enfrentamientos y conflictos, y abundaron los caballos de Troya —con el paradigma del Reino Unido, que desafortunadamente mostró el ejemplo del europeísmo negativo a los demás Estados miembros—.

4.1. Los desafíos de la ciencia, la tecnología y la innovación: la cuestionable salida del Programa FAST

Este era el problema en el que Europa centró su atención cuando la crisis económica energética se agudizó al final de la década de 1970.

⁵ Véase la “Carta al G20: más de lo mismo, no”, publicada por varios miembros de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia en abril de 2020: https://www.eldiario.es/opinion/tribuna-abierta/carta-g20-mismo_129_2263494.html

En ese momento presidía la Comisión Roy Jenkins, y el Consejo de Ministros estableció el programa más importante, a mi juicio, sobre prospectiva científica y tecnológica de la historia europea: el Programa sobre Previsión y Evaluación en Ciencia y Tecnología (*Forecasting and Assessment in Science and Technology*, FAST). Este programa se publicaría en un volumen seis años después (Comisión Europea, 1984).

En ese momento había una nueva Comisión que presidía el luxemburgués Gaston Thorn, cuyo mandato se extendió del 6 de enero 1981 al 5 de enero de 1985. No fue un periodo sencillo, pues Thorn trabajó en plena crisis económica y tuvo que acelerar la ampliación en la que entraron Grecia, España y Portugal, a la vez que se avanzaba en la consecución del Acta Única. Para complicar su actividad, contó además con el veto británico al presupuesto. En dicha Comisión, el vicepresidente y responsable de la cartera de investigación, Etienne Davignon, puso en marcha la fórmula de los Programa Marco, en principio alrededor de la energía y con pocas líneas de acción.

Con todo esto, se puede atisbar la distancia sideral entre lo que fue un macroproyecto de futuro, como prueba el libro y los resultados que derivaron del mismo: la montaña dio a luz un ratón. Se centró en dos grandes campos tecnológicos: uno, el de la biotecnología, desarrollada como esperanza de una sociedad, como expresa de modo interrogativo el título de dicho capítulo “Towards a bio-society?” (“¿Hacia una biosociedad?”). Un muy breve recorrido por los títulos de los seis apartados puede ofrecer una visión panorámica de las aspiraciones encerradas

en las cincuenta y tres páginas del libro que cubren el tema: Biotecnología y el desafío estratégico a largo plazo; Capacidades de base para la biotecnología europea; Gestionar el sistema de recursos naturales de Europa; Europa y el mundo en desarrollo: el impacto de la biotecnología; El cuidado de la salud y la investigación biomédica; y Propuestas para la acción en I+D.

El segundo ámbito concierne a las tecnologías de la información y es objeto del segundo capítulo, bajo el título “Europe and the Information Society-Myths, Threats and Opportunities” (“Europa y la Sociedad de la Información. Mitos, Amenazas y Oportunidades”), temáticas que se desarrollan en 48 páginas y tres apartados, con los siguientes rótulos: Un desafío global para Europa; Las cuestiones estratégicas a largo plazo para la Comunidad; y Una visión integrada de las necesidades de I+D.

El tercer capítulo, afrontaba al fundamental problema del trabajo bajo el apasionante enunciado “Employment, Technology and Society - A New Model of Work?” (“Empleo, Tecnología y Sociedad - ¿Un Nuevo Modelo de Trabajo?”), que nos recuerda otras crisis posteriores —la financiera de 2007-2008 y la actual, consecuencia de la pandemia COVID-19—, con análogas problemáticas y sin duda similares preocupaciones. De hecho, los títulos de los dos primeros apartados son reveladores —“La crisis del empleo” y “La transformación del empleo y del trabajo: perspectivas y problemas a largo plazo”—, mientras que el tercero es propositivo, “Propuestas para la acción en I+D”. Los capítulos cuarto —“Propuestas para la I+D comunitaria”— y quinto —“Hacia una síntesis”— señalaban el futuro.

4.2. *¿En que quedó el futuro de FAST?*

Este magnífico programa, a mi juicio, contó con un contexto muy negativo para su génesis y desarrollo, puesto que todo ocurrió esencialmente bajo la desacreditada presidencia de Thorn. Su difusión coincidió, sin embargo, con la llegada de Jacques Delors, que tenía que salvar la situación, a la presidencia. No solo la salvó, sino que sus años de presidencia (1985-1995) han sido probablemente uno de los periodos más brillantes de lo que hoy es Unión Europea, con todos los matices que el término “brillante” supone en la construcción europea. Fue reconocido desde el principio de su carrera política por su perfeccionismo y enorme visión. Desde mucho antes, había en Europa dosis notables de euroescepticismo que Delors, poniéndose al frente desde el principio —proponiendo trescientas medidas en su primera comparecencia en el parlamento europeo—, consiguió revertir. Adicionalmente, con el Acta Única Europea, que entró en vigor en 1987 —primera modificación de los tratados fundacionales—, y el Tratado de Maastricht o Tratado de la Unión Europea, que lo hizo en 1993, promovió la ampliación y el mercado único.

En el campo de la investigación, este periodo tuvo brillantes iniciativas estructurales y funcionales: se crearon la Célula de prospectiva, el Comité de Ética de apoyo al presidente, la promoción de la educación y su innovación y, al final de su mandato, el Libro Verde de la Innovación.

La presidencia de Delors fue una fortuna para el proceso de modernización de la ciencia en nuestro país, con la favorable coincidencia de la adhesión de España a Europa y un proceso de transformación del sistema de ciencia y tecnología (Ley de la Ciencia de 1986,

primer Plan Nacional de I+D en 1988) en el que estuve implicado, formando parte de los primeros Gobiernos de Felipe González.

No tengo constancia de que el Informe FAST fuera tenido cuenta en la política científica europea; lo descubrí por mi cuenta y riesgo en el ejercicio de la política de ciencia y tecnología en mi país y, por afortunada coincidencia en los tiempos, en la Europa comunitaria. Lo que hay que lamentar de ese ejercicio es que Europa tuvo fallos porque no fue capaz de apostar por la biotecnología que aparecía en esos estudios como una gran baza estratégica, al verse absorbida por batallas más ideológicas que científicas y más individualistas que cooperativas, en lugar de aprovechar el impulso estratégico de FAST y el importante acervo de capital humano en biología y biomedicina.

El fracaso no fue menos estruendoso en el campo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, con las quiebras de programas rutilantes como ESPRIT en el área de la información y RACE en el terreno de las comunicaciones, que revelaron que Europa y su industria eran incapaces de competir con las empresas norteamericanas y asiáticas en la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. Desde ese momento, estamos como estamos: somos grandes consumidores de tales tecnologías, pero dependientes en la producción.

5. La ensoñación de España con las nubes de la crisis financiera de 2008 y la ciencia y la tecnología

Es verdad que los Gobiernos de José Luis Rodríguez Zapatero (2004-2011) hicieron una clara apuesta por la financiación de la ciencia y la

tecnología, con el apoyo de Miguel Sebastián como responsable de la Oficina Económica, introduciéndolas en los primeros años en la agenda, lo que cuajó en el famoso programa CENIT, con las empresas en el centro de este. Desgraciadamente, impulsados por un movimiento adánico, se olvidaron del proceso de modernización que en nuestro país habían experimentado la ciencia y la tecnología, a través de las políticas de 1980, con el modesto resultado de institucionalización, quizás por primera vez en España, de un sistema científico.

Tuvo que ser el segundo equipo ministerial, dirigido por Mercedes Cabrera como Ministra de Educación y Ciencia y Miguel Ángel Quintanilla como Secretario de Estado e Investigación, el que retomara la senda de la historia para proyectarlo hacia delante. El futuro se plasmó en la segunda legislatura con una innovadora propuesta, la creación de un ambicioso Ministerio de Ciencia e Innovación, que incluso incorporaba a las universidades, y al frente del mismo se puso a personas ajenas a la política y procedentes del sector biotecnológico español como Cristina Garmendia y Jorge Barrero y con dos figuras relevantes, Marius Rubiralta y Carlos Martínez Alonso, al frente de las Secretarías de Estado de Universidades e Investigación e Innovación, respectivamente.

Sin embargo, de nuevo desafortunadamente, estábamos ya en plena crisis y por lo tanto en un sueño. Pronto además ese Ministerio se fragmentó con la marcha de la Secretaría de Estado de Universidades al Ministerio de Educación, relativizando en cierto modo su protagonismo, incluido el importante reto de redactar y conseguir aprobar *in extremis* una Ley de Ciencia, la Tecnología y la Innovación en el verano de 2011. Y finalmente, no tuvo

más remedio que negociar la crisis con medidas de y para la supervivencia que dejaron sus secuelas.

Confieso que la crisis a mí también me “pilló en la nube”, como he podido comprobar repasando textos y presentaciones de aquella época. En una conferencia dictada en Valladolid en octubre de 2010 estaba aún en estado de ensoñación, del que desperté en 2012 para trabajar en nuevas líneas más multi e interdisciplinares, con el fin de explorar una gran crisis a partir de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad e indagar sobre los problemas de una sociedad que se transforma y disuelve bajo la presión de una economía especulativa con excesiva dependencia del dinero. En el siguiente párrafo se recoge un breve extracto de las preocupaciones que me ocupaban entonces: “La situación de la ciencia y la tecnología se enmarca en la importancia del contexto en el que contribuyen la rápida emergencia de nuevos “entornos sociales” caracterizados por el tránsito de los modelos sociales: tres pasos y tres tipos, de la sociedad industrial hacia una sociedad de servicios; desde la sociedad parcelada hacia la sociedad globalizada; y de una sociedad confiada hacia la sociedad del riesgo. Trascurre en un mar de contradicciones, con nuevos conceptos: sociedad de la información y sociedad del conocimiento; nuevos instrumentos: valoración de tecnología y modos de producción del conocimiento; así como la revisión de teorías: sociología de la ciencia/sociología del conocimiento, política de la ciencia/modelos, y política de la innovación con la eventual introducción de la idea de sistemas”.

En esta época, se subrayaba la necesidad de una revisión de indicadores a través de un

proceso que explorara los siguientes elementos: sentido de tales métricas, su importancia y la identificación de las principales carencias. También se identificaba la relevancia de la participación social, para la que se precisan esfuerzos en cultura científica y educación y en promover la información y la comunicación, procesos en los que será fundamental trabajar sobre los actores, los medios y los métodos. En suma, la conveniencia de realizar ejercicios de evaluación social. Efectivamente, estaba en las nubes, pero estas empezaban a descargarse.

6. La innovación no es solo un potencial motor económico, es un recurso social indudable

La innovación ha seguido estando en el centro del discurso europeo, atribuyendo los déficits europeos a una quiebra en el tránsito, de los resultados de la ciencia al desarrollo tecnológico y a la innovación para conseguir procesos y productos susceptibles de llegar a los mercados. España, por su parte, ha sido “seguidista” de esta línea, a mi juicio, sin contribuir decisivamente al antedicho dilema europeo, fuera real o discutible, como sostenían con valiosos estudios y datos, economistas del cambio tecnológico como Keith Pavitt y Giovanni Dosi.

La innovación es un concepto complejo y transversal por esencia y aplicación. En efecto, si acudimos a la RAE, encontramos dos acepciones del concepto: la primera, como sustantivo resultante del verbo innovar (definido a su vez como mudar o alterar algo), mientras que la segunda, ya con vinculación económica, lo define como “creación o modificación de un producto y su introducción en el mercado”.

Esta parquedad contrasta con la importancia atribuida al concepto a partir de la Segunda Guerra Mundial y al desarrollo de la política científica moderna. No se puede obviar la cita a una obra y a una persona que fueron esenciales para el lanzamiento del concepto de innovación en el siglo pasado: se trata de Joseph Alois Schumpeter y su libro *Capitalismo, socialismo y democracia* (1942), con una última traducción al castellano en 2015. Hace ya años mencioné el escaso espacio que se le dedica en la magna obra de la Enciclopedia Británica (edición de 1990), con muy modestas referencias a las cuestiones de competencia, de la administración de empresas y de los beneficios. Uno de los expertos españoles en política científica, Jesús Sebastián, lo estudió como mezcla entre la política, la ciencia y la ficción⁶ y lo definió hace una década como “concepto mochila” (Sebastián, 2009). Está claro que ha sido la OCDE la institución que más formalmente se ha preocupado por el estudio de este concepto y lo ha hecho esencialmente en relación con las políticas de ciencia y tecnología y sus caracterizaciones y medidas (OCDE, 2015), especialmente cuando empieza a aumentar su importancia a partir de la última década del siglo pasado (OCDE, 2005).

6.1. Cuestionario multidimensional y cultura de la innovación

Desde la Unidad de Investigación en Cultura Científica del CIEMAT, con la que colaboro desde hace 13 años, nos planteamos la necesidad

⁶ http://www.revistacts.net/files/Portafolio/Sebastian_edit.pdf

de hacer un esfuerzo para paliar una carencia relacionada con la cultura de la innovación. Desde las últimas décadas del siglo XX, los estudios descriptivos y valorativos de la cultura de la innovación como concepto básico ponían el acento en la capacidad de las empresas para mejorar su actividad en los mercados a partir de la innovación. Se trataba de transformar las ideas, los conocimientos científicos y tecnológicos y los avances organizativos en la generación de los productos y mejorar los procesos con el fin de someterlos al mercado y poder así aumentar su competitividad, contribuyendo de este modo a su desarrollo económico y social.

Los intentos de medir esa cultura han dado lugar al diseño y aplicación de cuestionarios dirigidos sobre todo al mundo empresarial y, por lo tanto, con una notable focalización de estos trabajos en la medida y la valoración de la dimensión organizacional, es decir, la actitud, la capacidad y la predisposición de las organizaciones empresariales para fomentar la innovación

Sin embargo, se observó que había un menor número de estudios sobre la cultura de innovación en instituciones públicas de investigación, educativas o incluso en la sociedad en general. Este déficit social de los análisis cualitativos y cuantitativos de la cultura de innovación es una muestra de la complejidad que encierra el concepto mismo de innovación, tal como se refleja en los esfuerzos que desde instituciones internacionales como la OCDE o la Comisión Europea se vienen realizando desde finales del siglo pasado para establecer métricas que permitan valorar y estimar sus resultados.

La dificultad del problema aumenta si se superpone el concepto de cultura al de inno-

vación para construir el híbrido de cultura de innovación y se trata además de valorarlo en espacios distintos al de la empresa, que sean tanto más amplios —como es el caso de la ciudadanía en general— como más específicos —como el de las instituciones públicas donde se generan los conocimientos científico-técnicos o donde se forma el capital humano, ambos factores y agentes esenciales para producir las innovaciones empresariales—.

En vista de ello, la Unidad de Investigación en Cultura Científica (UICC) del CIEMAT se propuso desarrollar un cuestionario multidimensional, elaborado a partir de una investigación previa, siguiendo una metodología interactiva entre los componentes de la UICC y permitiendo además aplicar una cierta visión interdisciplinar (filosofía, psicología, economía y derecho, biología y política). Ese cuestionario fue remitido al personal de tres instituciones: el Centro de investigaciones Energéticas y Medioambientales (CIEMAT), un Organismo Público de Investigación; la Universidad de Oviedo; y una empresa de servicios en el sector salud. A partir de las respuestas obtenidas, el cuestionario fue sometido a un proceso de validación, cuyos resultados fueron publicados en 2015 con un notable impacto (Muñozvan den Eynde *et al.*, 2015).

Este modesto ejercicio teórico, a pesar de su aproximación multidisciplinar, ha revelado al menos dos realidades: nuestras limitaciones y la naturaleza ambivalente de un concepto que es a la vez un recurso para cada actividad humana y un motor estratégico para el desarrollo económico a todos los niveles. Por eso abandoné mis ejercicios teóricos a finales de la primera década de este siglo a la par que empezaba a familiarizarme con la

proyección sobre lo social y lo educativo (innovación social e innovación educativa). En términos prospectivos, está claro que, con la llegada expansiva de la digitalización, el concepto de innovación va a seguir desempeñando un papel protagonista.

Cierro con dos actos de justicia; el primero se centra en la mención de colegas de mi entorno que han trabajado en las bases analíticas y las aplicaciones de la innovación: los economistas Paloma Sánchez y José Molero, el versátil César Ullastres, los filósofos Javier Echeverría, Miguel Ángel Quintanilla y Lola S. Almendros entre las grandes esperanzas, la filósofa moral Adela Cortina, y el polifacético Jesús Rey Rocha, como muestras de una pléyade de profesionales que actúan en el ámbito público y privado.

El segundo tiene que ver con la pandemia de la COVID-19, con una mención a todas y todos los que están trabajando o colaborando en la gestión de la crisis. Me refiero a la gran mayoría de los 47 millones de españoles, con la excepción de los irresponsables —ellos y ellas se auto reconocerán, confío—; con una mención especial a quienes trabajan en los sectores esenciales: salud, alimentación, transporte, seguridad, papelería y kioscos, combustibles, etc.

7. Conclusiones

1. Europa debe cambiar: hay que dejar de ser impositores de la austeridad para educar en y para la convicción y la responsabilidad, a través de un proceso que conduzca a la solidaridad (o en todo caso a la asunción de la austeridad por voluntad propia).

A este propósito, hay que recordar declaraciones de peso procedentes de la dirección del Fondo Monetario Internacional (FMI), de la presidencia de un banco español y desde el plano académico⁷.

2. Los ámbitos de la ciencia y la tecnología deben reorganizarse, tanto en lo que concierne a la producción de conocimientos científicos y desarrollos tecnológicos como a lo que atañe a la diseminación de los resultados y a la protección de estos. Estamos en el momento de la opción por la ciencia abierta, que parece cada vez más necesaria, aunque la resistencia de las poderosas editoriales multinacionales sea más apremiante en el día a día⁸.
3. Ya se ha comentado la naturaleza rica y diversa del concepto de innovación. Por insistir en la naturaleza proteica del mismo, la pandemia derivada de la COVID-19 está desvelando la importancia de la innovación en medicina. Desde hace tiempo se viene hablando de la conveniencia de la reforma de la prestación del cuidado de la salud y del concepto de sistema⁹. En estas dos últimas décadas, se han introducido conceptos como la telemedicina, la medicina basada en la evidencia para afrontar

⁷ Véase, por ejemplo, este artículo de Pablo Martín-Aceña y Elena Martínez Ruiz publicado en El País, disponible en: <https://elpais.com/economia/2020-04-25/sin-perdon.html>

⁸ Véase este artículo de Antonio Lafuente y Elea Giménez Toledo publicado en The Conversation, disponible en: <https://theconversation.com/abrir-y-privatizar-la-ciencia-en-tiempos-de-la-covid-19-138784>

⁹ Véase este artículo de Rafael Bengoa publicado en El País, disponible en: https://elpais.com/elpais/2020/04/21/opinion/1587482908_052132.html

- los tratamientos y la solución de patologías (medicina de traslación), y con la llegada de las técnicas genómicas se ha dado pie a la medicina personalizada. Curiosamente la emergencia sanitaria originada por la COVID-19 muestra ejemplos diarios de innovación médica y biomédica. Hay que apostar por ello.
4. En el caso de España, se hace perentoria su reindustrialización en lo económico; mal que les pese a los directivos de la CEOE, se debe abordar el giro en el modelo¹⁰. En el terreno sociopolítico, hay que superar las visiones y posiciones populistas y apoyadas en una infodemia (sobreabundancia de información) profunda para recuperar las estrategias basadas en valores, en las éticas y en sus interrelaciones, mientras que en el campo de la comunicación hay que detenerse, reflexionar y combatir contra el embrollo¹¹. El libro de Jason Stanley escrito en 2018 (publicado en español en 2019), inspirado en el ejercicio político de Donald Trump, ofrece un sorprendente relato de las estrategias políticas fascistas que se están practicando en Europa, incluida España.
 5. La pandemia de la COVID-19 ha provocado una reaparición brutal de la generalmente

olvidada ciencia y tecnología en nuestro país, tampoco especialmente cuidada en los últimos años en el seno de la Unión Europea, con problemas incluso en lo que ha sido una bandera de la excelencia en la producción de la ciencia, el European Research Council (ERC). Hemos trabajado en el análisis de la ciencia que ha aclarado el conocimiento del virus SARS-CoV-2 durante el inicio de la pandemia y lo hemos reflejado en tres artículos publicados en Dciencia en colaboración con Víctor Ladero¹². La conclusión es que, en ese fascinante proceso y periodo, la ciencia europea ha tenido un pobre papel.

Bibliografía

- Comisión Europea (1984). *The FAST Report. Eurofutures, the challenges of innovation*. Londres: Butterworths.
- Joseph Alois Schumpeter (1942[2015]). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Barcelona: Página Indómita.
- Muñoz-van den Eynde, A., Cornejo- Cañamares, M., Díaz-García, I. y Muñoz, E. (2015). *Measuring Innovation Culture: Development and validation of a Multidimensio-*

¹⁰ Véase este artículo de Antonio Brufau y Josu Jon Imaz publicado en El País, disponible en: <https://elpais.com/opinion/2020-05-19/ideas-para-reindustrializar-espana.html>

¹¹ Véanse estos dos artículos publicados por la Asociación Española para el Avance de la Ciencia, disponibles en: <https://aeac.science/gobernanza-en-la-salida-de-la-covid/> y <https://aeac.science/covid19-miedo-e-incertidumbre/>, respectivamente.

¹² Disponibles, respectivamente, en: <https://www.dciencia.es/estrategias-de-y-para-la-covid-19-cuestiones-cientificas-abiertas-a-la-reflexion/>, <https://www.dciencia.es/dispositivos-en-el-sistema-llave-cerradura-en-la-covid-19-lecciones-de-un-analisis-reflexivo/>, y <https://www.dciencia.es/dispositivos-en-el-sistema-llave-cerradura-en-la-covid-19-lecciones-de-un-analisis-reflexivo/>

- nal Questionnaire. *Advances in Research*, 4(2), 122-141.
- OCDE (2005). *Manual de Oslo*. Disponible en: http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICE-RRECTORADOS/INVESTIGACION/O.T.R.I/DEDUCCIONES%20FISCALES%20POR%20INNOVACION/RESUMEN%20MANUAL%20DE%20OSLO/OECDOSLOMANUAL05_SPA.PDF
- OCDE (2015[2018]). *Manual de Frascati* [traducción al español]. Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/manual-de-frascati-2015>
- Stanley, J. (2019). *Facha*. Barcelona: Blackie Books.
- Sebastián, J. (2009). La innovación, entre la ciencia, la ficción y la política. *Pensamiento Iberoamericano*, 5 (2.ª época), 3-19. Disponible en: http://www.revistacts.net/wp-content/uploads/2010/03/Sebastián_edit.pdf

4. Europa en la carrera por las nuevas tecnologías

Isabel Álvarez y Raquel Marín

1. Introducción

Digitalización, información y conectividad son los pilares básicos sobre los que se asienta la nueva era digital (o tecnológica). El potencial de penetración de las tecnologías digitales es muy elevado, tanto en lo productivo como en lo económico y social, afectando a las formas de producción, distribución y comunicaciones, lo que tiene consecuencias tanto para consumidores y usuarios (individuos, empresas y Gobiernos), como para la provisión de múltiples servicios públicos y sociales, además de los más directamente vinculados a la actividad económica. Estas tecnologías integran campos diversos, muy vinculados a la electrónica, la información y el almacenamiento y procesamiento de datos.

La agenda del World Economic Forum, por ejemplo, incorpora la idea de la “cuarta revolución industrial”, claramente dominada por la irrupción de esas tecnologías en los ámbitos económico y social, y su efecto en la modificación de los patrones de competitividad de empresas y países¹ (Sachwald, 2016). No han sido pocas, de hecho, las voces en el ámbito de la

¹ La importancia de contar con una adecuada especialización en las actividades industriales, justifica las iniciativas “Industrie 4.0” respaldada por Alemania o

economía de la innovación que han aludido a una nueva fase del paradigma tecnoeconómico de las tecnologías de la información (TIC), lo que conlleva notables implicaciones tanto en las formas de producción como de consumo, debido fundamentalmente al incremento de las operaciones en red y la actividad de las plataformas internacionales (Alcacer *et al.*, 2016). En este contexto, las demandas individualizadas de los consumidores y los productos diferenciados ganan relevancia, así como el descenso en el ciclo de vida del producto en el lado de la producción, lo que requiere de adaptaciones y cambios en productos y procesos, innovaciones organizacionales y en las formas de negocio para orientar la estructura y el modelo productivo hacia un mayor grado de complejidad (Fogliatto *et al.*, 2012; Bretel *et al.*, 2014).

La cuarta revolución industrial (4RI) está conducida principalmente por el progreso científico y tecnológico y, por lo tanto, resultan claves las invenciones patentadas en los campos sensibles o tecnologías críticas para la nueva ola de la era de la información. Con el propósito de centrar el análisis que se lleva a cabo aquí, por “nuevas tecnologías” se

la “Estrategia de Industria Conectada 4.0” puesta en marcha por el Gobierno español.

entiende el compendio de técnicas y tecnologías relevantes que se integran en una amplia variedad de campos, tales como la robótica, las técnicas de inteligencia artificial, las nanotecnologías, los vehículos eléctricos, el *big data*, las tecnologías de red o la Internet de las Cosas (Rubmann *et al.*, 2015).

Este proceso de cambio también tiene consecuencias en términos de capital humano y de estructura industrial. En particular, se trata de un fenómeno notablemente concentrado, no solo geográficamente, con presencia en pocos países, sino que también son pocas las empresas que lideran la generación de patentes de la 4RI, fenómeno en el que el talento pasa a ocupar una posición central (OECD, 2019a). La relevancia del capital humano y las necesidades de formación especializada para incrementar las habilidades digitales de trabajadores y empresas se hace incluso más imperante ante lo que se ha venido a denominar la revolución cuántica, que podría marcar un nuevo hito en el avance tecnológico de las próximas décadas.

Como sabemos, la importancia de la digitalización se ha puesto de manifiesto de una u otra manera ante la crisis provocada por la pandemia de la COVID-19. Entre otros ejemplos, cabe citar su impacto en la práctica docente en todos los niveles educativos a través de los medios telemáticos; la denominada docencia *online* requiere la existencia de habilidades digitales tanto de docentes como de estudiantes de distintas generaciones. Lo mismo ha ocurrido con la realización de las tareas profesionales desde los hogares o el teletrabajo, rutinas motivadas por los periodos de confinamiento, o incluso el recurso a los servicios de telesalud y a la distribución

mediante el comercio electrónico, casos todos ellos que representan una buena muestra de la importancia y necesidad de la conectividad y de contar con empresas e individuos con habilidades digitales.

En este capítulo se analiza la posición de Europa ante las tecnologías emergentes, los retos que estas suponen y sus implicaciones para el diseño de la política pública en España. A esta introducción le sigue, en la segunda sección, una presentación de las tecnologías relevantes y la ilustración de la elevada concentración geográfica que caracteriza su desarrollo. En la tercera sección, se expone cuál es la posición europea en la carrera tecnológica y las asimetrías internas, destacándose algunos ámbitos sensibles para las políticas públicas, tales como el de la cualificación digital. En la última sección, se discuten los retos y oportunidades, proporcionando algunas ideas que permitan extraer implicaciones para la acción de la política pública española.

2. Las tecnologías relevantes

Información y conectividad son dos elementos básicos en el análisis de la evolución en la carrera por las nuevas tecnologías. La digitalización es la clave del futuro, el elemento básico que permitirá generar ventajas competitivas. También lo es en muchas áreas de investigación, desde la biología a los materiales, que van a adoptar paulatinamente y de manera creciente un carácter más digital. Piénsese, por ejemplo, que la digitalización hace más factible las redes internacionales en ciencias y permite igualmente una mayor convergencia tecnológica. Constituye también un acicate

para la innovación, con posibles efectos positivos en el incremento de la productividad, dado que supone un facilitador de la combinación y recombinación de ideas (OECD, 2019a). Lo cierto es que, de desplegarse de manera efectiva y en toda su amplitud, y siendo más efectiva en términos de coste, puede contribuir a acelerar las capacidades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de los países, que se anticipan como esenciales para poder afrontar de forma colectiva retos mundiales tales como el cambio climático o la gestión de pandemias tales como la COVID-19. Al tiempo, hay que tener presente que existen asimetrías internacionales en el acceso a la digitalización y que, por lo tanto, podrían profundizarse las brechas (los *gaps*) entre países, porque se requiere de un conjunto de capacidades y habilidades que están relacionadas, entre otros, con los recursos computacionales, de capital humano, y de acceso, control y tratamiento de los datos.

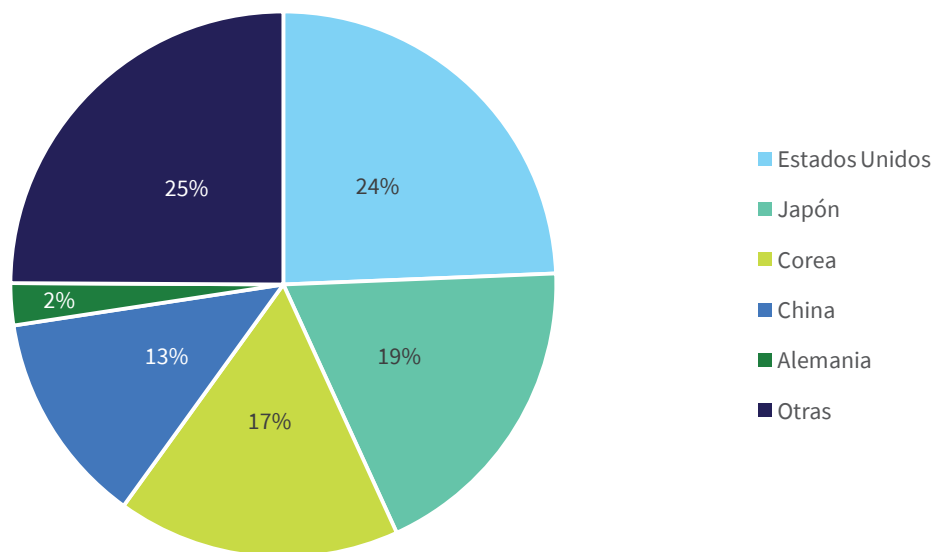
La disponibilidad de indicadores y de información estadística es uno de los asuntos críticos para poder realizar un buen diagnóstico sobre las nuevas tecnologías que permita adelantar algunas implicaciones para la definición y aplicación de políticas públicas. Esto explica los esfuerzos que se están realizando en el seno de muchos organismos internacionales, tales como la OCDE, conducidos a desarrollar una metodología que haga más factible la medición sobre la generación, el acceso y uso de las tecnologías relevantes. Solo así podrán detectarse tanto las fortalezas como las debilidades que presentan los distintos sistemas nacionales de CTI, posibilitando que esas mediciones acompañen la toma de decisiones informadas en este ámbito.

Una primera mirada a lo que se reconoce como “tecnologías emergentes” lleva a observar que su desarrollo está altamente concentrado en manos de pocos jugadores. Siguiendo la evolución de las 25 principales tecnologías²—entendiendo por tales aquellas que muestran la tasa de crecimiento más elevada en el número de patentes desde 2010—, son apenas cinco países, con Estados Unidos a la cabeza, seguido de Japón, Corea, y China, los que aglutinan el 73% de las patentes; a estos se suma Alemania, el quinto país en importancia a pesar de que solo representa el 2% del agregado mundial (**Gráfico 1**).

En relación con la 4RI, las invenciones se clasifican en tres grandes sectores que, a su vez, contienen distintos campos tecnológicos: 1) tecnologías clave (*core technologies*), entre las que se encuentran las tecnologías de *hardware*, *software* y conectividad, que permiten conectar objetos a través de internet; 2) tecnologías posibilitadoras (*enabling technologies*), que, estando relacionadas con objetos conectados, posibilitan la ampliación de las capacidades analíticas, de seguridad, de inteligencia artificial, la geolocalización, el abastecimiento de energía, los sistemas 3D y las interfaces de usuarios, y 3) los dominios de aplicación de esas tecnologías, tales como son el doméstico, el personal, el de la empresa, las manufacturas, las infraestructuras y los vehículos.

Respecto a las tecnologías clave, si bien el crecimiento de las patentes vinculadas a las TIC en los últimos años ha sido exponencial (EPO, 2017), solo 5 de las 25 primeras empre-

² El detalle de las 25 tecnologías puede encontrarse en la Tabla A1 del Anexo.

Gráfico 1. Países con mayor número de patentes en las 25 tecnologías más dinámicas

Fuente: elaboración propia con información correspondiente al periodo 2013-2016 (OECD, 2019a).

sas solicitantes son europeas. La coreana Samsung ocupa el primer lugar de ese grupo, con más de 1600 solicitudes; le sigue LG, con más de 1100, mientras que Sony cuenta con cerca de 900 y, en cuarto lugar, se encuentra Nokia con 640 patentes. Lo que pone de manifiesto este indicador es que el sector privado de nacionalidad europea no está liderando la creación o generación de invenciones en el ámbito de las tecnologías claves a nivel mundial.

Este aspecto queda igualmente reflejado al contemplar los datos agregados, por países, que, ilustrados en el **Gráfico 2**, representan el peso de las patentes en TIC y tecnologías relacionadas. Nos muestran un mapa dominado por China y Corea, junto a las grandes economías emergentes agrupadas bajo la sigla BRIICS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica). Las economías nórdicas de Suecia

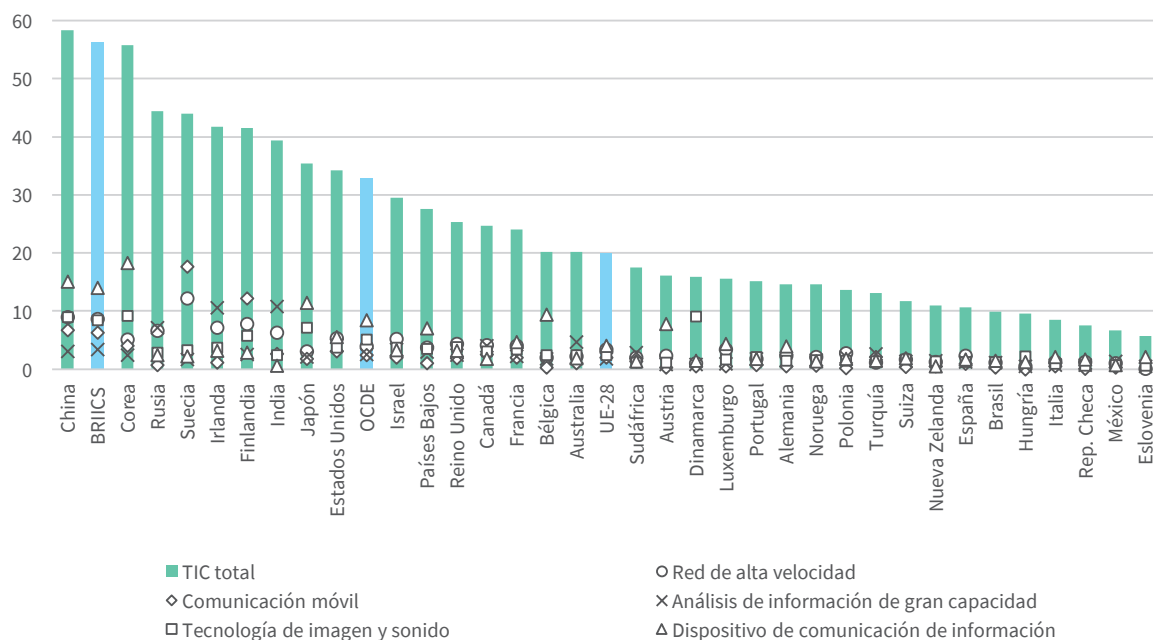
y Finlandia, junto con Irlanda, son las excepciones europeas al presentar patentes en TIC por encima del promedio de la OCDE, mientras que el grueso de países europeos está en posiciones de retraso relativo en este indicador. Entrando en la desagregación por tipo de tecnologías, cabe observar que solo dos países del norte de Europa se sitúan en posiciones de liderazgo. Si bien la posición de Suecia es ventajosa en materia de comunicación móvil y red de alta velocidad, Corea ocupa la primera posición en dispositivos de comunicación de información e India lidera en el ámbito del análisis de información de gran capacidad, mientras que Dinamarca comparte junto con China y Corea una alta capacidad de patentar en las tecnologías de imagen y sonido.

Por su parte, en el ámbito de las tecnologías facilitadoras, y atendiendo a las

tendencias tecnológicas analizadas por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO), se hace hincapié en el papel central que ocupa la inteligencia artificial (IA) (WIPO, 2019). Aunque estas técnicas emergieron en los años cincuenta, en la actualidad están alcanzando una importancia cada vez mayor, con aplicaciones de amplio espectro que van desde los vehículos automáticos (robotizados) a las aplicaciones en diagnóstico médico. La IA es una de las claves de esta era de avance tecnológico basado en la digitalización. A este

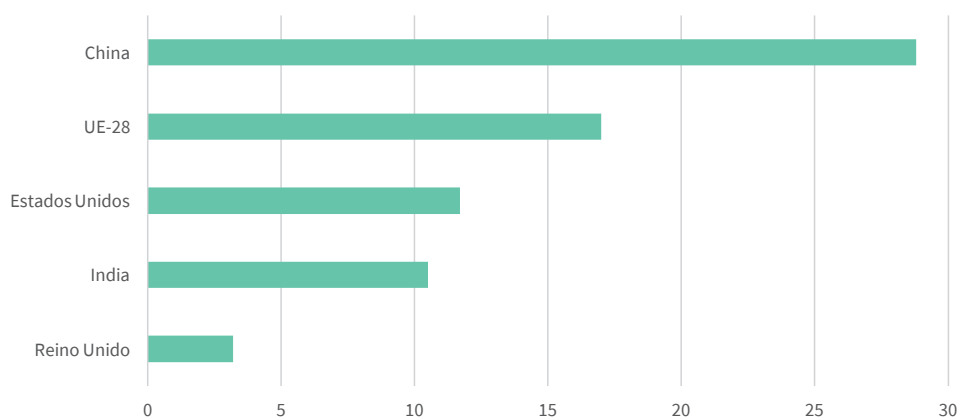
respecto, y según las estadísticas que recopila la WIPO, parece ser mayor el dinamismo en el ámbito tecnológico que en el científico, dado que las publicaciones científicas relacionadas con IA crecen a un ritmo anual inferior al correspondiente a las patentes; mientras las primeras crecen a una tasa de crecimiento del 5,6% en el periodo 2012-2017, las segundas lo hacen al 28% (WIPO, 2019). No obstante, con los datos que maneja la OCDE, cabe advertir el elevado dinamismo de las publicaciones relacionadas con IA, con un crecimiento que en

Gráfico 2. Patentes TIC y tecnologías relacionadas 2013-2016 (porcentaje del total de familias de patentes del IP5)³



Fuente: elaboración propia a partir de datos del OECD Going Digital Project.

³ El IP5 aglutina las cinco Oficinas de Propiedad Intelectual e Industrial más importantes a nivel mundial: la Oficina Europea de Patentes, la Oficina Japonesa de Patentes, la Oficina Coreana de Propiedad Intelectual, la Oficina China de Propiedad Intelectual y la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos.

Gráfico 3. Publicaciones relacionadas con IA (2016-2018; en %)

Fuente: OECD (2020).

la última década es tres veces más alto que el correspondiente a las publicaciones en general (OECD, 2020).

Un aspecto central que hay que destacar es que la digitalización es un fenómeno altamente concentrado, tanto al observar la producción en ciencia como en tecnología. En particular, China es el primer productor de ciencia relacionada con IA, como puede verse en el **Gráfico 3**, mientras que la Unión Europea (UE-28) ocupa la segunda posición, aunque a una notable distancia de más de 10 puntos porcentuales del gigante asiático. También están representados, con posiciones similares y pesos inferiores al 15%, tanto Estados Unidos como India y, en quinto lugar, Reino Unido, con menos de un 5%. Estas cinco economías representan conjuntamente cerca de las tres cuartas partes de la producción científica, mientras que la contribución individual que realiza el resto de los países a las publicaciones relacionadas con IA es inferior al 3% en todos los casos.

No obstante, cabe distinguir que el liderazgo europeo se mantiene aún al tener en cuenta el impacto de las publicaciones y, en particular, la distribución geográfica de los documentos que reciben el número de citas más elevado. Según los datos integrados en la **Tabla 1**, la UE-28 y los Estados Unidos siguen siendo responsables de la mayor parte de las publicaciones relacionadas con IA que mayor número de citas reciben; es decir, las que figu-

Tabla 1. Países con el número más elevado de documentos relacionados con IA en el 10% más citado (en %)

	2006	2016
UE-28	28,7	25,1
Estados Unidos	30,8	21,2
China	9,8	20,4
India	1,9	5,3
Gran Bretaña	5,9	4,4

Fuente: OECD (2020).

ran en el 10% de las publicaciones de IA más citadas del mundo. Sin embargo, en el periodo comprendido entre 2006 y 2016, sus pesos relativos disminuyeron, con tasas de -12,5% en el caso de la UE-28 y de -31% en Estados Unidos. Por su parte, países como China e India (también Irán y Malasia) más que duplicaron su participación en las publicaciones de IA más citadas en la última década (OECD, 2020).

Las patentes clasificadas en el ámbito de la IA incluyen invenciones que pueden ser de uso en diferentes industrias y aplicaciones diversas. De hecho, el marco metodológico desarrollado por la WIPO agrupa a las tecnologías relacionadas con IA según tres dimensiones: *machine learning*, aplicaciones funcionales (tales como las de procesamiento del lenguaje y visión computacional) y campos de aplicación, que incluyen telecomunicaciones y transportes. La clave para aproximarse a qué posición ocupa Europa, así como a cuáles son las líneas de actuación que pueden plantearse desde España, está en comprobar en qué campos se están dando más innovaciones, y qué empresas y qué instituciones están liderando ese cambio (WIPO, 2019); algunas de estas cuestiones se abordan en las dos siguientes secciones de este capítulo.

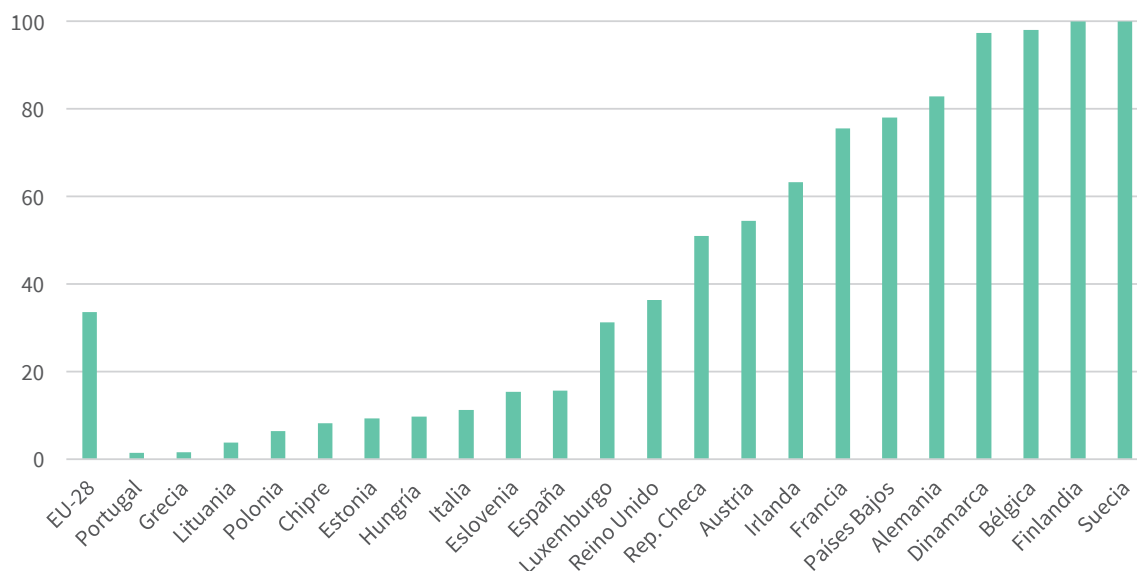
3. Algunas claves de la carrera de Europa por las nuevas tecnologías

El cuadro de indicadores de la transformación digital de la UE⁴ nos muestra que, atendiendo al indicador del número de patentes en alta

⁴ Disponible en: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/data-explorer>

tecnología por cada millón de habitantes, las economías nórdicas de Suecia y Finlandia están a la cabeza, junto a Dinamarca y Bélgica, y seguidas por Alemania, Países Bajos y Francia (**Gráfico 4**). Sin embargo, para un valor promedio de 33,6 patentes por cada millón de habitantes correspondiente a la UE-28, la mayoría de los países miembros está por debajo de ese valor, y el correspondiente a España es similar al de Eslovenia, a mitad de camino de la media europea. Esta elevada heterogeneidad intraeuropea no parece favorecer el desarrollo y la competitividad europea en el panorama de las nuevas tecnologías, sino que, más bien al contrario, dificulta la posible convergencia del viejo continente con aquellas economías que lideran la carrera tecnológica mundial.

La UE se plantea la transformación digital y el reto de que Europa sea competitiva en materia de IA, asumiéndose que esta constituye una de las tecnologías estratégicas del siglo XXI de la que dependerá notablemente cómo será nuestro futuro. Su relevancia justifica que se adopte una posición sólida y común, y de ahí iniciativas tales como la del Mercado Único Digital y la más reciente Estrategia común digital (COM, 2020a), lo que requiere un apoyo explícito a la investigación y a la innovación en la nueva generación de tecnologías; a lo largo de 2020, la UE publicó un *Libro Blanco de la IA* y abrió un periodo de consulta pública con el propósito de avanzar en el marco normativo y en la promoción de un ecosistema de excelencia, seguridad y confianza en la IA. Uno de los objetivos que deberá ser acometido en el corto plazo es generar el impulso necesario para su despliegue y adopción por parte de las empresas, en particular por parte de las PYME (CE, 2018). El hecho preocupante es que, a pe-

Gráfico 4. Patentes europeas en alta tecnología por cada millón de habitantes (UE-28)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat.

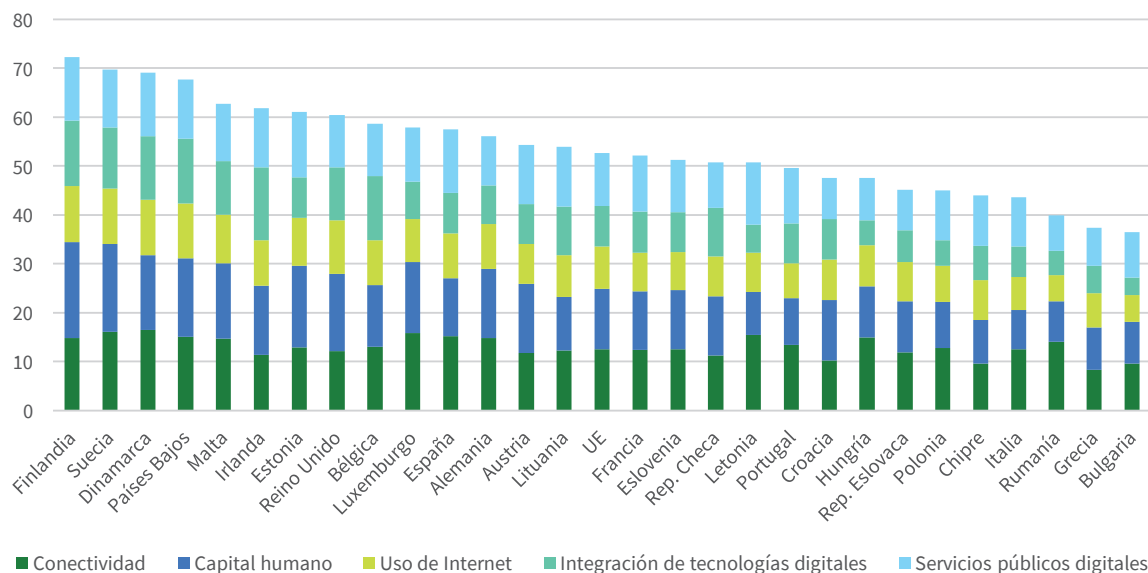
sar de los esfuerzos realizados en IA hasta la fecha y su incorporación explícita en distintos planes de desarrollo, la inversión privada de la UE sigue siendo muy inferior a la llevada a cabo tanto en Asia como en Estados Unidos; ambas regiones más que triplican la inversión europea (McKinsey, 2017), y ese es un elemento que juega claramente en contra de Europa en la carrera por estas tecnologías.

La posición desfavorable de Europa también se observa en los dominios de aplicación —la digitalización de empresas y de la población—, ya que solo una pequeña parte de las empresas europeas ha adoptado las tecnologías digitales. Como dato ilustrativo de este déficit, tan solo una de cada cinco empresas está altamente digitalizada y, en 2018, solo alrededor de una de cada diez empresas de la

UE utilizaba el análisis de *big data*, mientras que solo una de cada cuatro utilizó servicios de computación en la nube (COM, 2020b).

El índice de economía y sociedad digital (DESI)⁵ integra cinco dimensiones para poder medir y clasificar a los países en términos de conectividad, capital humano, uso de internet, integración de tecnologías digitales y servicios públicos digitales (**Gráfico 5**). Al observar los valores que adopta este índice, puede observarse nuevamente la existencia de notables desigualdades territoriales en el seno de la UE, con el valor máximo, superior al 70%, de Finlandia y Suecia muy próxima en segundo lugar, lo que contrasta con los valo-

⁵ Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

Gráfico 5. Índice de la economía y sociedad digital (DESI), por dimensiones (2020)

Fuente: elaboración propia a partir de datos del *Digital Scoreboard* de la Comisión Europea

res correspondientes a Bulgaria y Grecia, por debajo del 40%. España está por encima del valor promedio de la UE de manera agregada y está mejor preparada en conectividad, servicios públicos digitales y uso de internet, mientras que su posición es más desfavorable en materia de capital humano.

Esto nos permite afirmar que, junto con las acciones en el ámbito de la CTI, también hay efectos directos en materia de educación, si se asume que uno de los retos más importantes que debemos afrontar en los próximos años es el de la generación de habilidades digitales en todos los niveles educativos, lo que permitirá dotar a la UE de un capital humano preparado para hacer frente al cambio productivo que la nueva era digital requiere. El **Gráfico 6** ilustra las diferencias en las habilidades de los usuarios de internet, por

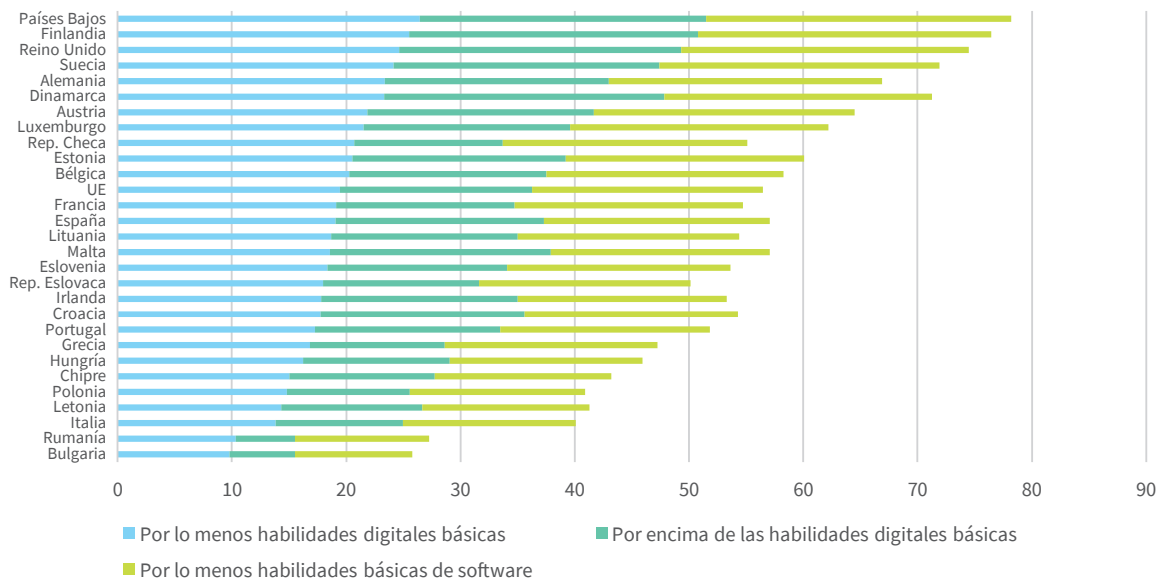
componente, y por países. Se observa que los países del norte de Europa, encabezados esta vez por Países Bajos y acompañados de Reino Unido, superan el 70% al considerar tanto las habilidades digitales como de *software*. Sin embargo, hay que destacar que, de entre los usuarios de internet de la UE considerada en su conjunto, aquellos que están por encima de las habilidades digitales básicas no llegan a representar el 17%, quienes cuentan con por lo menos habilidades digitales básicas en torno al 19,5%, y quienes tienen habilidades de *software* algo más del 20%. En este sentido, la posición española en el conjunto europeo denota también la falta de capacitaciones en materia digital, teniendo en cuenta que los valores correspondientes son algo inferiores al promedio europeo en habilidades digitales básicas y que hay una diferencia de casi un

punto porcentual en el caso de las habilidades de *software*.

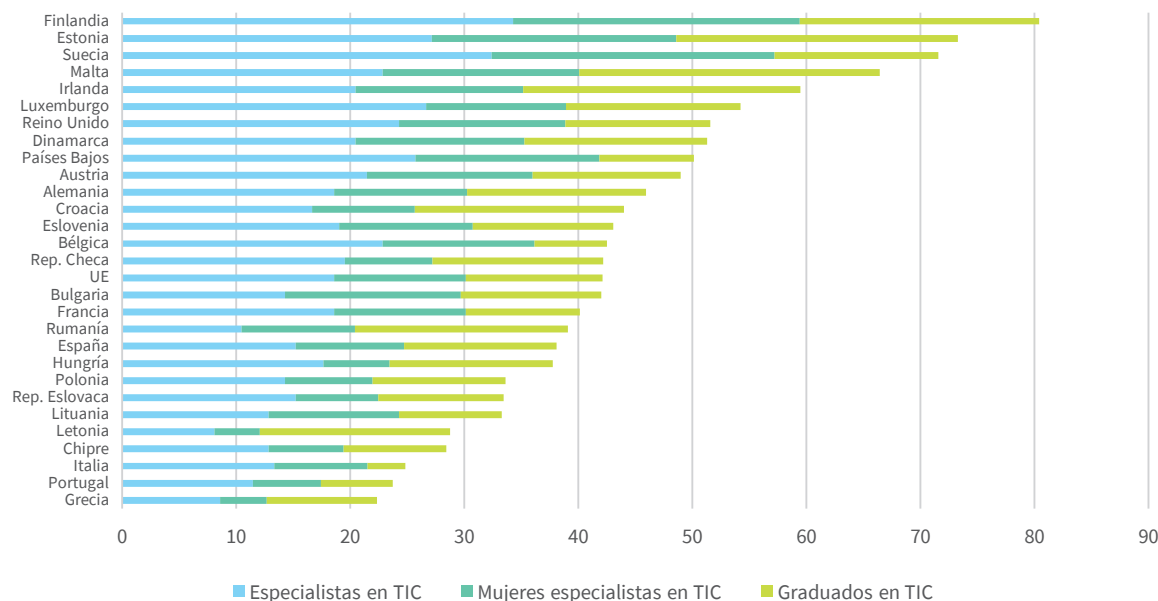
En cuanto a las habilidades avanzadas, medidas estas por los especialistas y graduados en TIC y por la presencia de mujeres en estas tecnologías, cabe destacar que, si bien España presenta un indicador de graduados en TIC por encima del promedio europeo (**Gráfico 7**), es sustancial la diferencia en los otros dos componentes. Finlandia, Estonia y Suecia se sitúan, por ese orden, en las primeras posiciones de la Unión, mientras que España no llega a la mitad del valor más elevado. Los especialistas en TIC de los dos países nórdicos casi duplican el valor promedio europeo y la economía finlandesa y sueca llevan claramente la delantera en materia de presencia de mujeres en TIC, con valores superiores a 24% frente al 11,6% de la UE.

Otro ámbito relacionado, en el que Europa está claramente por detrás de otros países, especialmente de China, es el de las redes 5G, tal como se reconoce explícitamente en el reciente documento de la Comisión Europea sobre la configuración del futuro digital de Europa (COM, 2020a). La tecnología 5G tiene un componente evolutivo, porque convivirá con 4G como red de conectividad y además se dedicará a las comunicaciones masivas de máquinas y aplicaciones críticas, desarrollando soluciones innovadoras de Internet de las Cosas, que permitirán una transformación digital más profunda de las industrias verticales, tales como la salud, la industria 4.0 y la industria automotriz, por nombrar algunos ejemplos (OECD, 2019c). Hay además una gran empresa que está detrás de este éxito:

Gráfico 6. Habilidades de los usuarios de Internet, por componentes (2020)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del *Digital Scoreboard* de la Comisión Europea

Gráfico 7. Habilidades avanzadas y de desarrollo, por componentes (2020)


Fuente: elaboración propia a partir de datos del *Digital Scoreboard* de la Comisión Europea

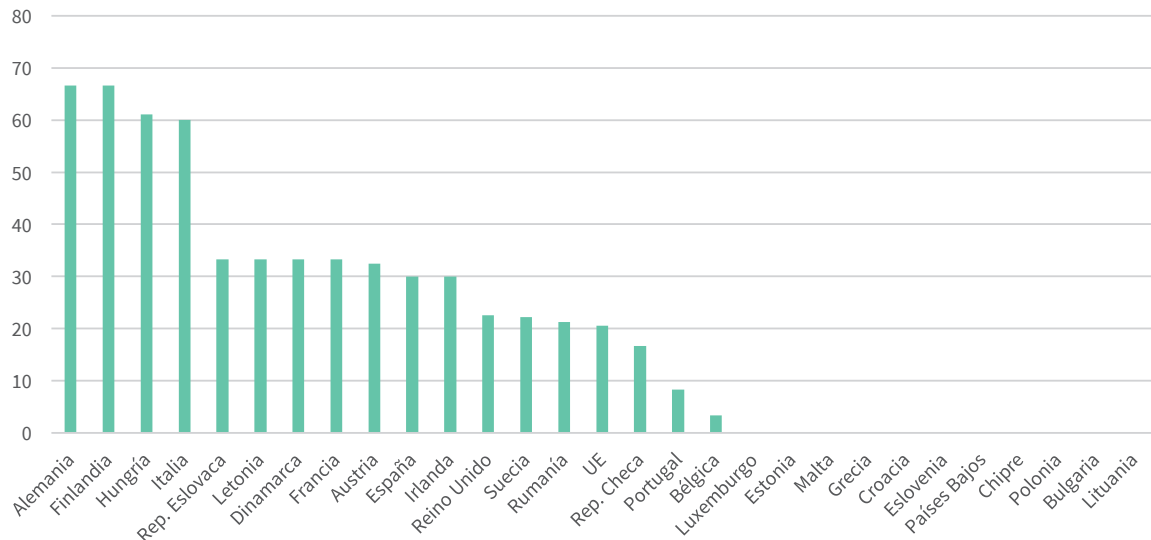
Huawei, creada en 1987, que se ha convertido en la tercera empresa con mayor cuota de mercado de *smartphones* del mundo y en la primera en equipos de telecomunicaciones (ICEX, 2019). Este ascenso no ha ido al margen del apoyo público, sino que precisamente ha estado soportado por cuantiosas inversiones en la red nacional de 5G por parte del Ministerio de Industria e Información Tecnológica de China (las previsiones además ascienden a volúmenes de inversión que superarán los 387.000 millones de euros entre 2020 y 2030).

En este sentido, cabe resaltar que también el porcentaje de espectro armonizado asignado y preparado para el uso de la 5G en 2020 presenta notables disparidades territoriales en el seno europeo (**Gráfico 8**), lo que lleva a vislumbrar dificultades en la hiperconectivi-

dad que la era digital trae consigo. Si bien el valor medio de la UE-28 es del 20%, hay cuatro países mejor preparados, entre los que están Alemania y Finlandia, a la cabeza con cerca de un 70%, y Hungría e Italia, con valores próximos a 60%, y un segundo grupo formado por siete economías, entre las que se encuentra España, con un 30% de espectro armonizado, lo que viene a reflejar el notable esfuerzo que aún queda por realizar en relación con la implantación de esta tecnología.

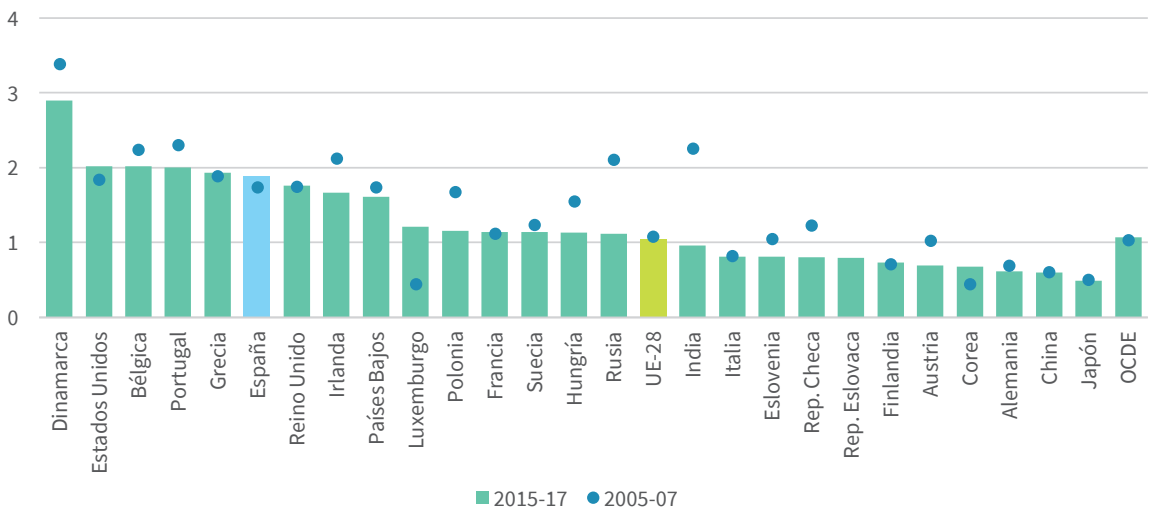
Por último, un campo de extraordinario dinamismo, y en el que la posición europea sí que es ventajosa, es el de la biotecnología, rama con un enorme potencial para contribuir a los objetivos de sostenibilidad ambiental, al igual que al reto de la salud, ambos presentes tanto en la hoja de ruta de la digitalización

Gráfico 8. Preparación para 5G, porcentaje de espectro armonizado asignado (2020)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del *Digital Scoreboard* de la Comisión Europea.

Gráfico 9. Indicador de ventajas tecnológicas reveladas en biotecnología



Fuente: elaboración propia a partir de datos del OECD: STI Micro-data Lab.

europea —la estrategia industrial y digital de Europa— como en el más reciente plan de reconstrucción para Europa (COM, 2020c). Para mostrarlo, se ha optado por incluir aquí la evolución del índice de ventajas tecnológicas reveladas, indicador construido con información de patentes que informa del peso relativo que tiene un sector de actividad de un país respecto al total mundial. Como puede observarse en el **Gráfico 9**, la UE presenta valores similares al promedio de la OCDE, y si bien Dinamarca más que duplica el valor del indicador para la Unión Europea, España presenta unos valores próximos al correspondiente a Estados Unidos, junto con otras economías europeas, como Bélgica, Portugal y Grecia. Por su parte, cabe destacar la ausencia de liderazgo en estas tecnologías de las economías asiáticas, China y Corea incluidas, y el avance de posiciones de India y Rusia entre las grandes economías emergentes.

4. Conclusiones: retos de futuro y posibles implicaciones para la política española de CTI

1. Uno de los mayores retos que el ámbito de las nuevas tecnologías plantea a la política de CTI es la fusión de los mundos virtuales y físicos. Para ello, se requiere hacer un uso extensivo y eficiente de las técnicas avanzadas, tales como el *big data* en el campo de la inteligencia artificial, y desarrollar la hiperconectividad, que, facilitada por las TIC y las tecnologías de red, permitirá afrontar, entre otros usos, la denominada revolución de la computación cuántica en las próximas décadas. Estos desafíos irán
2. acompañados por la carrera 5G, un asunto que actualmente se vincula a la geoestrategia y que dependerá del impulso relativo que le den los países y grandes bloques económicos, tratando de salvaguardar lo que desde la Comisión Europea se denomina la soberanía tecnológica o soberanía digital (COM, 2020a).
2. La medición de la generación, acceso y uso de las nuevas tecnologías es también un ámbito en el que aún queda camino por recorrer. Es fundamental contar con buenas estadísticas e indicadores, por sectores y por países, y consensos metodológicos internacionales para poder llegar a realizar diagnósticos más certeros y robustos, así como para poder definir medidas orientadas a reforzar la actividad científica, tecnológica y de innovación. Hoy en día, las patentes en los campos tecnológicos revelan que, tanto para el caso español como para el bloque europeo, es insuficiente la cantidad de invenciones en los campos punteros asociados a la cuarta revolución industrial o nueva era digital. La excepción honrosa es la buena posición relativa de las economías europeas en el ámbito de la biotecnología, España incluida, máxime si se tiene en cuenta el efecto multiplicador de las tecnologías de la información, y las múltiples oportunidades que este campo brinda en ámbitos tales como el de la salud y el medio ambiente, extraordinariamente sensibles para el desarrollo sostenible.
3. Las habilidades digitales de individuos y empresas son una buena variable *proxy* de las capacidades necesarias tanto para conseguir ganancias de productividad a través de las técnicas disponibles, como para ha-

cer prosperar los sistemas socioeconómicos mediante la evolución de las nuevas tecnologías. En este sentido, cabe hacer aún más hincapié en la universalización del uso y aplicación de las nuevas tecnologías digitales y en el imprescindible impulso que ha de darse en el plano formativo para cubrir las necesidades de capital humano vinculadas a las denominadas tecnologías del futuro. Podemos afirmar que la carrera por el talento va a resultar un elemento estratégico clave, dada la escasez relativa de personas con las cualificaciones necesarias para afrontar el aún más vertiginoso cambio tecnológico que cabe vislumbrar en las próximas décadas.

4. De acuerdo con el European Industrial Scoreboard (EC, 2019), las cuatro ramas industriales más intensivas en I+D en el mundo son farmacéutica, automóviles y partes, *software* y servicios informáticos, y tecnología de *hardware*. Si bien en las dos primeras ramas industriales hay presencia de compañías europeas (las alemanas Volkswagen, BMW y Bayer, y la francesa Sanofi), en las dos últimas, determinantes en la nueva era digital, la mayoría de las empresas son de Estados Unidos (Microsoft, Apple e Intel) y de China (Huawei, Alibaba y Tencent) y solo se cuenta alguna europea, tales como SAP y Nokia. Aunque es importante conseguir un uso más generalizado de las TIC y las tecnologías emergentes por parte de las empresas europeas, es más preocupante aún pensar que Europa no ocupa puestos de liderazgo en la industria relacionada con las nuevas tecnologías, esto es, aquella que produce móviles, ordenadores, tecnologías de

red, y que tampoco disfruta de capacidades empresariales en las economías de plataforma. La razón es que mientras que los países competidores (y sus empresas) han hecho cuantiosas inversiones en estas tecnologías, ninguna de las denominadas *Big Tech* que controlan la industria de los datos y la conectividad proceden de países europeos; este es un ámbito dominado por el conocido como grupo GAFAM, integrado por las americanas Google, Apple, Facebook, Amazon y Microsoft, y cuyos competidores más próximos son empresas chinas tales como Alibaba, Huawei, Tencent y Baidu.

5. Junto al incremento en el número de consumidores y la elevada facturación, un elemento determinante es la cuantiosa inversión en I+D de estas compañías, acompañadas por el elevado volumen de recursos destinados a la I+D que también financian sus Gobiernos. A este respecto, sirva como comparativa que los recursos del último programa europeo de impulso a la I+D, denominado Horizonte 2020 (alrededor de 80.000 millones de euros) para un marco temporal de 7 años, equivale al correspondiente a la inversión en I+D que realizan 8 compañías *Big Tech* en tan solo un año; en particular, la inversión en I+D de Apple, Facebook, Alphabet (empresa matriz de Google) y Microsoft por el lado americano, y Alibaba, Huawei, Tencent y Baidu, en el lado chino (datos del ejercicio 2018-2019 extraídos de EC, 2019). Dada esta debilidad (e incluso ausencia) de grandes competidores en algunos de los sectores vinculados a la era digital, no cabe sino seguir reclamando más inver-

sión en I+D pública y privada, la eterna asignatura pendiente en España y, al menos en este caso, parece que también de la UE.

6. Es cierto, no obstante, que el plan de recuperación de la UE para afrontar las secuelas económicas y sociales que dejará tras su paso la COVID-19 incorpora una serie de ejes prioritarios entre los que se encuentra el estímulo a la industria, la inversión en I+D (DOUE, 2020). De acuerdo con los compromisos presupuestarios, los fondos en el eje de acción de “Mercado único, innovación y economía digital” ascienden a 143,4 miles de millones de euros (precios de 2018), de los cuales 10,6 proceden del nuevo instrumento para la recuperación *Next Generation Europe*. Se prevé que la movilización de inversiones para apoyar la recuperación y el crecimiento pondrá el énfasis tanto en el objetivo ambiental como en el de la digitalización. En este contexto, el programa Horizonte Europa, de apoyo a la investigación y la innovación en el periodo 2021-2027, representa más de la mitad del capítulo de “Mercado único, innovación y economía digital” y cerca del 5% del marco financiero plurianual (COM, 2020c).
7. La respuesta europea a la pandemia de la COVID-19 parece poner en primer plano, por lo tanto, algunos desafíos de futuro y, en particular, la importancia de la investigación en salud y la capacidad de resiliencia del sector productivo, que, conjugados con los objetivos y retos de sostenibilidad ambiental y digitalización, justifican un nuevo aliento y una apuesta decidida y firme en los países de la Unión para no perder la carrera por las nuevas tecnologías.

Bibliografía

- Alcácer, J., Cantwell, C. y Piscitello, L. (2016). Internationalization in the information age: A new era for places, firms, and international business networks? *Journal of International Business*, 47(5), 499-512.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. y Rosenberg, M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective, *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 8(1), 37-44.
- Comisión Europea (2018). *Inteligencia artificial para Europa*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. SWD(2018) 237 final. Bruselas.
- Comisión Europea (2019). *The 2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*: Bruselas: Comisión Europea.
- Comisión Europea COM(2020a). *Configurar el futuro digital de Europa*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas, 19/2/2020 COM(2020) 67 final.
- Comisión Europea COM(2020b). *A New Industrial Strategy for Europe*. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Bruselas, 10/3/2020. COM(2020) 102 final.
- Comisión Europea COM(2020c). *El presupuesto de la UE: motor del plan de recuperación*

- para Europa*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas, 27/5/2020 COM(2020) 442 final.
- DOUE (2020). Reglamento UE 2020/2094 del Consejo, de 14 de diciembre de 2020, por el que se establece un Instrumento de Recuperación de la Unión Europea tras la crisis de la COVID-19. L 4331/23. 22/12/2020.
- European Patents Office (2017) *Patents and the Fourth Industrial Revolution. The inventions behind digital transformation*. European Patents Office.
- Fogliatto, F. S., Da Silveira, G. J. C. y Borenstein, D. (2012). The mass customization decade: An updated review of the literature. *International Journal of Production and Economics*, 138(1), 14-25.
- ICEX (2019). *Tecnología 5G en China*. Madrid: Ventana Global, ICEX España Exportaciones e Inversiones.
- OECD (2019a). *The Digitalization of Science, Technology and Innovation. Key Developments and Policies*. París: OECD.
- OECD (2019b). *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*. París: OECD Publishing.
- OECD (2019c). *The Road to 5G Networks Experience to date and future developments*. París: OECD Publishing.
- OECD (2020). *Identifying and Measuring Developments in Artificial Intelligence: making the impossible possible*. OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, 2020/05. París: OECD.
- Rubmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., et al. (2015). *Industry 4.0. The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group.
- Sachwald, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Ginebra: World Economic Forum.
- WIPO (2019). *WIPO Technology Trends 2019. Artificial Intelligence*. Ginebra: World Intellectual Property Organization.

Anexo

Tabla A1. Las 25 tecnologías más dinámicas directamente relacionadas con la digitalización según la OECD

1. Disposiciones de control
2. Dispositivos de materiales orgánicos
3. Transferencia de datos digitales
4. Almacenamiento digital diverso
5. Algoritmos de modelos biológicos
6. Acceso a canales inalámbricos
7. Control de tráfico para aeronaves
8. Transmisiones múltiples
9. Disposiciones de sincronización
10. Control de tráfico para vehículos
11. Dispositivos de cine
12. Televisión interactiva, vídeo a la carta (VOD)
13. Restricciones de red y de acceso
14. Análisis de voz o de la conexión
15. Gestión de la conexión
16. Otros modelos computacionales
17. Manipulación de objetos en 3D
18. Reflexión de ondas electromagnéticas
19. Servicios de comunicación inalámbrica
20. Análisis de imágenes
21. Algoritmos de modelos matemáticos
22. Disposiciones de transmisión
23. Sistemas de transmisión de campo cercano
24. Protocolos de pago
25. Seguridad y autenticación

5. Vacunas COVID-19 y ecosistema de I+D

Enrique Castellón Leal

1. Introducción

La pandemia COVID-19 es una prueba de estrés cuyos resultados no podemos decir que sean buenos. No obstante, aunque la dramática situación de la I+D se ha hecho más visible que nunca, también se ha resaltado su importancia, lo que es positivo. Muchos grupos han presentado propuestas interesantes en respuesta a convocatorias específicas. Cabe esperar, por tanto, que de ellas salgan aplicaciones clínicas, siempre y cuando haya recursos para culminar el proceso. Y este es el problema.

Muchas iniciativas con gran potencial se pierden en el camino por falta de medios para alcanzar las etapas regulatorias avanzadas o para su expansión y comercialización. La pandemia nos ha enseñado nuestras limitaciones. Como la situación de partida no es buena, no podemos seguir el ritmo que imponen otros países. Tenemos a nuestra disposición un capital humano y un conocimiento a la altura de los mejores. Pero corremos un serio riesgo de no completar los desarrollos emprendidos y dilapidar los escasos recursos ya dedicados.

La realidad de la I+D durante la pandemia, focalizada en la búsqueda de una vacuna frente al SARS-CoV-2, es una ventana que

permite diagnosticar nuestra situación. Hay, sin duda, un problema de financiación. Pero no solo. Existen serias limitaciones en nuestro ecosistema de innovación. Detectarlas es esencial para corregirlas. El sistema necesita más recursos, pero también un cambio en el comportamiento de los agentes implicados —especialmente el Gobierno— y en las relaciones entre ellos. Todas las grandes crisis (y esta es una de las mayores) abren oportunidades. Pero los riesgos son enormes. Los investigadores en el ámbito sanitario —especialmente los clínicos— están al límite, el regulador no da abasto y la competencia por recursos escasos en el contexto de serias necesidades sociales y económicas prima en el corto plazo, que es la mayor amenaza para la investigación. Va a costar poner en valor algo tan evidente como que la inversión en I+D, por su impacto económico y social, es insoslayable.

El Plan de Choque para la Ciencia y la Innovación¹, presentado en julio de 2020, reconoce que en la anterior crisis se tomaron medidas muy drásticas, pero con una orientación poco acertada: “Una de las decisiones más equivo-

¹ Disponible en: https://www.ciencia.gob.es/stfls/MI-CINN/Ministerio/FICHEROS/Plan_de_choque_para_la_Ciencia_y_la_Innovacion.pdf

cadras, totalmente anómala comparada con la reacción de otros países, fue la reducción de los fondos dedicados a asegurar el futuro del país”. No es sorprendente, por tanto, que ahora estemos rezagados en los desarrollos de vacunas. Esta investigación —y sin duda también la relativa a antivirales y terapias antiinfecciosas— debería tener un significado especial para España. Se ha demostrado nuestra gran vulnerabilidad frente a brotes epidémicos, y esta no será la última pandemia. Aún hoy desconocemos como se resolverá el problema global de la disponibilidad de vacunas para la COVID-19.

Por otra parte, ha habido y seguirá habiendo tensiones. A pesar de la estrategia de compras concentrada y centralizada en la UE, algunos países miembros quieren acceder por su cuenta a dosis adicionales de vacunas. En todo caso, se podría especular con cual habría sido el diferencial de coste y tiempo de tener una (o más) vacunas diseñadas, ensayadas y fabricadas en nuestro país —sin contar con el elemento reputacional asociado, especialmente ahora que la imagen de España se resiente—.

2. Ecosistema de ciencia y tecnología

Salvo en informes de la Comisión Europea, no es frecuente encontrar análisis comparados. En este caso utilizaré un modelo de ecosistema para comparar la I+D de vacunas en España con la de EE. UU., Reino Unido y Alemania. Hemos de compararnos con los mejores. Por ecosistema entiendo el conjunto de diferentes elementos —que pueden ser divididos en grupos, organizaciones e instituciones— que forman una comunidad, interactuando entre

Figura 1. Dominios del ecosistema de emprendimiento



Fuente: traducción de Isenberg (2011) en Auletta y Rivera (2011).

si, junto con los determinantes del entorno que influyen en el papel de esos agentes y sus conexiones: normas, políticas y cultura.

Isenberg desarrolló en 2011 un modelo de ecosistemas de emprendimiento particularmente exhaustivo, más tarde utilizado por la OCDE (Mason y Brown, 2013). Como existen estrechas interrelaciones entre I+D, innovación y emprendimiento (aunque no sean exactamente la misma cosa), he tomado prestados algunos elementos de este modelo para analizar y comparar nuestro ecosistema de ciencia y tecnología (en el contexto de vacunas COVID-19). El modelo establece seis dominios, incorporando cada uno de los cuales una serie de elementos. Estos dominios son: Políticas,

Financiación, Mercados, Capital Humano, Apoyo y Cultura. La tesis implícita es que, si estos dominios son fuertes y se alcanza una “masa crítica”, el ecosistema es autosostenible. Antes de esa situación, es deseable actuar sobre los distintos elementos para lograr el objetivo. En la **Figura 1** se ven los elementos incluidos en cada dominio.

3. Vacunas COVID-19

La situación de las vacunas a 4 de marzo de 2021 recogida en el “Coronavirus Vaccine Tracker”² aparece recogida en la **Tabla 1**. En este capítulo, haremos referencia al entorno en el que se han desarrollado tres de ellas. En un caso, la tecnología es mRNA (CureVac). En los otros dos (J&J y Oxford/AZ) se utiliza adenovirus como vector, si bien no exactamente con el mismo método (Hodgson, 2020). Cada una representan un ecosistemas (a nivel de país) distinto. Estas vacunas ya se están utilizando, aunque no fueron las primeras en autorizarse. De estas últimas, la vacuna de Moderna comparte el mismo ecosistema que la de J&J y la de Pfizer/BioNtech el mismo que CureVac.

3.1. Harvard y el Consorcio de Massachusetts

En enero de 2020, tras conocerse los primeros casos documentados de COVID-19, la Harvard Medical School convocó al Massachusetts Consortium on Pathogen Readiness

² Publicado por el *New York Times* y disponible en: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html>

(MassCPR), una iniciativa multiinstitucional. MassCPR recibió inmediatamente recursos del Estado (\$2,3 millones a través del MASS Life Sciences Center), de fundaciones locales y donantes privados (\$16 millones) y del *holding* chino Evergrande Group (\$60 millones).

Especialistas de 17 instituciones (Jiang, 2020), incluyendo universidades, hospitales y centros de investigación, propusieron proyectos en seis áreas: manejo clínico, fisiopatología, diagnóstico, epidemiología, terapias y diseño de vacunas. Google participó activamente en este grupo cribando billones de pequeñas moléculas para acelerar el descubrimiento de posibles terapias. Los experimentos se llevaron a cabo en el National Emerging Infectious Diseases Laboratories (NEIDL), un centro con nivel 4 de bioseguridad situado en la Universidad de Boston. NEIDL fue creado poco después del 11-S siguiendo las recomendaciones de Anthony Fauci, como asegurar la protección frente a potenciales ataques de bioterrorismo. En un ecosistema bien desarrollado, centros como NEIDL son esenciales, ya que actúan como *hubs* de conocimiento englobando múltiples disciplinas en la misma institución.

En el área de vacunas, colideraron Dan Barouch, de la Harvard Medical School, y Andrea Carfi, de Moderna. Promovieron varios programas, incluidos los ya muy avanzados de Moderna (el primero en el mundo que entró en ensayos clínicos) y de Harvard (Center for Virology and Vaccine Research en el Beth Israel Deaconess Medical Center), codesarrollado con Johnson&Johnson.

En las fases iniciales de la pandemia (febrero de 2020), el Gobierno estadounidense lanzó el plan “Warp Speed”, una iniciativa conjunta de los departamentos de Salud y Defensa. El

Tabla 1. Situación de las vacunas frente al SARS-CoV-2

	Desarrollador	Tecnología	Fase	Estado
	Pfizer-BioNTech	mRNA	2/3	Aprobada en varios países. Uso de emergencia en EE. UU., UE y otros países
	Moderna	mRNA	3	Aprobada en Suiza. Uso de emergencia en EE. UU., Reino Unido, UE y otros países
	Gamaleya	Ad26, Ad5	3	Uso inicial en Rusia. Uso de emergencia en otros países
	Oxford-AstraZeneca	ChAdOx1	2/3	Aprobada en Brasil. Uso de emergencia en Reino Unido, UE y otros países
	CanSino	Ad5	3	Aprobada en China. Uso de emergencia en México y Pakistán
	Johnson & Johnson	Ad26	3	Uso de emergencia en EE. UU., EU y Baréin
	Vector Institute	Proteína	3	Uso inicial en Rusia
	Novavax	Proteína	3	
	Sinopharm	Inactivada	3	Aprobada en China, EAU y Baréin. Uso de emergencia en Egipto y otros países
	Sinovac	Inactivada	3	Aprobada en China. Uso de emergencia en Brasil y otros países
	Sinopharm-Wuhan	Inactivada	3	Aprobada en China. Uso de emergencia en EAU
	Bharat Biotech	Inactivada	3	Uso de emergencia en India, Irán y Zimbabwe

Fuente: traducción propia a partir de datos del *The New York Times*.

programa seleccionó 6 candidatas con diferentes mecanismos de estímulo de la respuesta inmune. A 30 de enero de 2021, 5 de las 6 candidatas alcanzaron la fase 3 e iniciaron la producción a escala comercial, de las cuales dos (Moderna y Pfizer) han recibido autorización de emergencia. El objetivo del plan era disponer de 300 millones de dosis frente al SARS-CoV-2 para enero de 2021. Actualmente se han producido y entregado 63,7 millones de dosis, el 32% de los 200 millones que ambas compañías habrían comprometido para

el 31 de marzo (GAO, 2021). Esta operación —cuyo objetivo real es la reducción del riesgo financiero— se ha apoyado en gran medida en otro elemento clave del ecosistema norteamericano, BARDA (Biomedical Advanced Research and Development Authority). Esta institución, también creada tras el 11-S, tiene como misión la protección frente a amenazas biológicas, radiológicas y químicas, incluyendo una “esperada” pandemia gripal y otras enfermedades infecciosas emergentes. BARDA forma parte del Departamento de HHS (Health

and Human Services) y es un auténtico catalizador, apoyando la transición de una rápida respuesta médica (diagnósticos, terapias y vacunas) desde la investigación al desarrollo avanzado y la producción. Asimismo, canaliza rápidamente estos productos a la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA, en sus siglas en inglés) y, una vez aprobados, los incluye en la reserva estratégica. Para ello, forma un partenariado con la industria sobre la base de riesgo compartido para mejorar la eficiencia del proceso, acelerar los desarrollos y garantizar el acceso al mercado.

BARDA promovió el concepto de plataforma vacunal, fácil y rápidamente adaptable para combatir cualquier brote viral. Y, de hecho, varios grupos en los NIH llevaban varios años trabajando en una plataforma mRNA para MERS. Por tanto, este objetivo se ha cumplido, ya que desde el conocimiento de la secuencia de SARS-CoV-2 a la inyección de la primera vacuna financiada por BARDA en un voluntario en Fase 1 (Moderna) pasaron menos de 60 días.

3.2. CureVac en Tubinga

CureVac surgió de la Universidad de Tubinga (Hoerr, 2017), pionera en el desarrollo preclínico y clínico de medicamentos y vacunas sobre la base de ARN-m y acostumbrada a cooperar con corporaciones multinacionales como Boehringer Ingelheim, Eli Lilly, Genmab, CRISPR Therapeutics y la Fundación Gates. Junto con el Instituto de Medicina Tropical y Parasitología Humana y los hospitales de la universidad, llevó a cabo los ensayos clínicos de la vacuna, cuyo proyecto ha recibido el apoyo (\$8,3 millo-

nes) de la Coalition for Epidemic Preparedness Innovations (CEPI). Esta organización ya venía impulsando la tecnología de CureVac, con una inversión de \$34 millones en 2019.

CEPI es una asociación innovadora de organizaciones públicas, privadas y filantrópicas, fundada en Davos en 2017 para desarrollar vacunas contra futuros brotes epidémicos y dotada inicialmente con \$ 750 millones. En principio la financiación corrió a cargo de los Gobiernos de Alemania, Japón, la India y Noruega, junto con el Wellcome Trust y la Fundación Gates, recibió aportaciones posteriores de la UE y de los Gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá y, fundamentalmente, Reino Unido. Aparte de esta financiación procedente de CEPI, CureVac ha recibido importantes inversiones del *holding* Dievini Hopp BioTech y de la Fundación Gates. En el verano de 2020, inició una colaboración estratégica con GSK que ha supuesto una inversión de \$171 millones. Adicionalmente, recibió en el mes de julio de 2020 nuevas inversiones del Gobierno alemán (\$343 millones) como parte del paquete de estímulo a la economía y de Qatar Investment Authority y otros inversores por valor de \$126 millones. A esto se suma un préstamo del Banco Europeo de Inversiones de €75 millones vía InnovFin Infectious Diseases Finance Facility (IDFF), fondo dedicado a apoyar la lucha contra las enfermedades infecciosas.

3.3. Oxford y el Instituto Jenner

Su vacuna fue de las primeras en entrar en fase 3 en varios países, con más de 30.000 voluntarios. En codesarrollo con AstraZeneca tras acuerdo firmado en abril de 2020, Jenner tuvo

capacidad para realizar ensayos en las fases 1 y 2 gracias a su financiación estable y al apoyo puntual —específico para esta vacuna— del Gobierno (de €70,7 millones), de donantes privados (€3,8 millones), de CEPI (\$2,2 millones) y de la Chan Zuckerberg Initiative (\$14 millones). AstraZeneca recibió, además, para la última fase regulatoria y eventual fabricación, \$1500 millones del Gobierno americano a través de BARDA y \$383 millones de CEPI. Con estos recursos, según explicó en febrero de este mismo año ante el Parlamento Europeo su CEO, Pascal Soriot, llevaron a cabo los ensayos clínicos para evaluar la seguridad y eficacia, habiendo puesto en marcha simultáneamente más de una docena de cadenas de suministro con 20 socios en 15 países. A pesar de ello, ha habido retrasos en la fabricación y algunos errores en la realización de los ensayos clínicos, lo que ha generado cierta controversia.

El Instituto Jenner es una institución sin ánimo de lucro participada por la Universidad de Oxford y The Pirbright Institute, con 19 financiadores estables para todos sus programas. Entre los privados, los más importantes son la Universidad de Oxford, Wellcome Trust, la Fundación Gates, el Instituto Lister, la Fundación Wolfson, la London School of Hygiene and Tropical Medicine y CEPI. Entre los públicos, el Departamento de Salud-National Institute for Health Research (NIHR), los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU. (NIH, en sus siglas en inglés), la Comisión Europea, el Medical Research Council (MRC) y el Biotechnology and Biological Sciences Research Council. Estos dos últimos forman parte del UK Research and Innovation (UKRI), una organización dependiente de la Secretaria de Estado de Industria y Empresa que cuenta con un

presupuesto de 8.000 millones de libras. Esta institución y sus diferentes Consejos se gestionan de manera autónoma y sus órganos de gobierno están mayoritariamente formados por expertos independientes. UKRI no es un organismo de investigación, sino que promueve y financia la I+D.

El Reino Unido dispone de uno de los elementos financieros más dinámicos: el capital riesgo corporativo. Son recursos que las farmacéuticas invierten en *startups* emergentes en todas las fases de desarrollo. Esta aportación tiene un enorme efecto multiplicador, atrayendo otras muchas formas de inversión y a su vez incentivada por la presencia de fondos respaldados por el Gobierno. La flexibilidad de gestión del Instituto Jenner deriva de una *spin-out* titular de los derechos de las vacunas (Vaccitech) y de la conexión con la actividad clínica a través del Centre for Clinical Vaccinology and Tropical Medicine, con terminales en varios países. En conjunto, este completo e integrado ecosistema, con sus amplias redes científicas, tecnológicas y financieras, y el importante apoyo de la agencia reguladora MHRA, ha permitido al instituto no solo la investigación simultánea en distintas vacunas, sino también una rápida capacidad de reacción para abordar nuevos retos como el actual.

4. La (mala) situación de la I+D en España

La situación del sistema de I+D en España es de sobra conocida, y ediciones previas de este mismo informe se han hecho eco de ello. Los propios documentos de la Administración (Planes Estatales) también reflejan (y lamentan, de alguna manera) la situación, aunque de esas

reflexiones no se han derivado consecuencias prácticas. Los informes de la Comisión Europea (2019) caracterizan la situación con bastante crudeza, y ello a pesar de estar bien documentado que las inversiones en I+D inducen un mayor crecimiento económico, mejoran la sostenibilidad de la economía y contribuyen a hacerla menos vulnerable gracias a una mayor productividad y competitividad (NESTA, 2013; Ministerio de Ciencia e Innovación, 2020a).

Según la European Innovation Scoreboard, la innovación en España se encuentra por debajo de la media europea (Comisión Europea, 2020). Las interacciones entre pequeñas y medianas compañías innovadoras y entre la academia y las empresas en general son escasas, con baja proporción de pymes innovadoras (a pesar de un número importante de parques tecnológicos). Hay poca exportación de servicios basados en el conocimiento y, desde luego, falta inversión. El gasto total en I+D incluso se redujo del 1,35% del PIB en 2009 al 1,24% en 2018. La inversión pública se redujo en ese mismo periodo del 0,65% al 0,54% del PIB (frente a una media en la UE de 0,69%), mientras que la privada se ha mantenido en el 0,7%, aunque muy por debajo del 1,41% de media en la UE. Ello que demuestra que las políticas de apoyo público a la inversión privada en investigación no están funcionando, a pesar de la fiscalidad. A eso se suma el escaso desarrollo del capital riesgo.

Por otro lado, las políticas de innovación adolecen de falta de coordinación entre los departamentos ministeriales. El impulso a la I+D se convierte así en una política aislada, como si fuera responsabilidad exclusiva de un departamento (el Ministerio de Ciencia e Innovación), mientras que, para el resto, in-

cluyendo los departamentos económicos y el de sanidad, no es prioritario.

Este estado de cosas es reconocido en el entorno del Gobierno. Un reciente informe del Grupo de Trabajo Multidisciplinar que asesora al Ministerio de Ciencia e Innovación (2020b) en materias científicas relacionadas con el COVID-19 y sus consecuencias futuras dice, textualmente: “La situación es crítica. Así viene denunciándose por muy diversas instituciones públicas y privadas. La crisis de la COVID-19 enciende todas las alarmas al dejar claras las muchas deficiencias del sistema, no la calidad de los investigadores”.

La Administración, sin embargo, solo lo reconoce en los momentos de crisis. El Real Decreto 1067/2015, por el que se crea la Agencia Española de Investigación (AEI), empieza literalmente diciendo: “El conocimiento científico, el desarrollo tecnológico y la innovación representan actividades esenciales en el progreso económico y social de nuestro país. El tamaño y complejidad del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación queda reflejado en la cuantía de los recursos invertidos en actividades de I+D+i, los resultados e impacto de las actividades financiadas, y la diversidad de las actuaciones públicas dedicadas a la promoción y fomento de la I+D+i”. Este y otros pronunciamientos más recientes hacen dudar de si estamos en un punto de inflexión o si, cuando la pandemia remita, volveremos al estado de autocomplacencia.

5. La I+D en vacunas en España

Actualmente hay 12 grupos investigando (y desarrollando) vacunas frente al SARS-CoV-2 en España. Uno de ellos (con una tecnología

parecida a la de Oxford), con magníficos resultados en modelo animal, está comenzando los ensayos en fase 1. Otro (tecnología ADN) está pendiente de fabricación de la vacuna para iniciar la fase 1 en el mes de marzo. Otros están pendientes de ensayos en modelos animales (preclínica). Sus aproximaciones tecnológicas, eso sí, varían. El proyecto más avanzado utiliza una cepa viral muy atenuada para insertar genes de SARS-CoV-2. En otro, se produce la reconstrucción genética del propio coronavirus, eliminando los genes más virulentos. Otros utilizan ADN recombinante o bien ARN o ribonucleoproteínas, también con objeto de inducir la producción de anticuerpos, usando para ello distintos vectores (virales, nanopartículas o vectores peptídicos).

Junto a grupos con amplia experiencia, hay otros cuya dedicación a este campo es más reciente, de la mano de nuevas posibilidades tecnológicas en ingeniería genética y/o que ya investigaban en el ámbito de la inmunología. Los más veteranos (CNB/CSIC) poseen más fuentes de financiación, obtienen mayores recursos y mantienen colaboraciones más estables. Estas incluyen a otros centros de investigación —nacionales o extranjeros— e industria farmacéutica (normalmente nacional). Asimismo, hay instituciones que participan en múltiples colaboraciones (entre sus propios grupos y con grupos externos). En concreto, IDIBAPS, CSIC, INIA y USC.

También se producen, lógicamente, colaboraciones con otros países, pero, en general, todo tiende a alimentar más la producción científica que el *pipeline* de la industria. Aunque poco habitual (con instituciones públicas extranjeras), dos grupos colaboran tradicionalmente con los Institutos Nacionales de Sa-

lud estadounidenses y uno con el NIBSC del Reino Unido (National Institute for Biological Standards and Control), un centro gestionado por la Medicines and Health Care Products Regulatory Agency —equivalente a nuestra AEMPS— que apoya la investigación dentro y fuera de sus fronteras.

El ecosistema incluye financiación del Plan Nacional (AEI), el ISCIII en sus diferentes programas, el CSIC y, ocasionalmente, las CC. AA. Normalmente estos recursos soportan la investigación básica y, excepcionalmente, la preclínica regulatoria. En este último caso, los grupos pueden apoyarse en farmacéuticas locales que, a su vez, reciben financiación del CDTI. En todo caso, son pocos los que han alcanzado esa fase. La financiación privada nacional es equivalente a la pública para los grupos con mayor tradición, si bien permite financiar fases clínicas iniciales. Hay dos fundaciones bastante activas, La Caixa y Botín, y, a mediados de 2020 se sumó el Programa Supera-COVID-19 de Santander-CRUE. La pandemia ha generado también recursos vía donaciones privadas: aproximadamente €1M en el ISCIII y €10M en el CSIC, procedentes de particulares y empresas, recursos repartidos entre múltiples proyectos, no necesariamente referidos a vacunas.

Los grupos españoles también reciben financiación del European Research Council para investigación básica. Un grupo obtuvo financiación de una institución multilateral: Human Frontier Science Program. HFSP es una iniciativa del Gobierno japonés para promover la colaboración multidisciplinar en investigación en biología. Participan, además, Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, EE. UU. y la UE.

Por otro lado, no consta que otras importantes instituciones multilaterales que financian desarrollos en vacunas, como CEPI, hayan financiado a algún grupo español, al menos de momento, ya que normalmente priorizan proyectos más avanzados. Los grupos españoles que colaboran habitualmente con instituciones de otros países han tenido acceso a recursos del CIHR (Canadian Institute for Health Research) o los NIH de EEUU. Por razones parecidas, estos grupos han obtenido puntualmente recursos de la Fundación Gates, muy activa globalmente en el ámbito de las vacunas.

La financiación internacional es relevante en términos relativos (menos en absolutos) en alguno de los grupos más importantes, en los que constituye hasta el 80% de su financiación anual. El soporte y el apoyo financiero de las grandes multinacionales farmacéuticas que desarrollan vacunas de uso humano es excepcional: hay un solo caso y la financiación cubre la prueba de concepto en modelo animal. Lo habitual es que estas compañías financien los ensayos de sus propias moléculas. De hecho, hay bastantes (tenemos pacientes, contagios y buenos profesionales), pero ninguna inversión corporativa.

Resulta difícil precisar los recursos obtenidos de todas las fuentes mencionadas. En todo caso es muy variable. Sin contar con la inversión reciente de programas COVID-19, estimo que los grupos principales han contado anualmente en los últimos diez años con recursos de entre 350.000 € y 550.000 €. Con ello se financian la mayor parte de los contratos de los investigadores, que obviamente son, dada la naturaleza de los ingresos, inestables y temporales. Por otro lado, tampoco

es sencillo el cálculo de las cantidades destinadas específicamente al desarrollo de las vacunas frente al SARS-CoV-2 porque, con independencia de las recientes convocatorias, se dedican recursos propios. En conjunto, entre grupos y empresas que les apoyan, puede oscilar entre 7 y 9 millones de euros. Estas cantidades permiten, al menos para los grupos principales, llegar a completar la fase preclínica.

En definitiva, sostenemos que el nivel científico de los investigadores españoles es competitivo, una apreciación particularmente correcta en este caso. Para ello, he seleccionado un pequeño grupo vinculado a las vacunas en España, EE. UU., Reino Unido y Alemania y he evaluado su producción científica consultando, a efectos de redactar este capítulo, la “Web of Science”. Ello permite, revisando el número de veces que el(la) investigador(a) es citado(a) —sin citas propias—, el promedio de citas por elemento y el índice h , un indicador propuesto por Hirsch (2005) para medir la calidad profesional.

El grupo analizado incluye a Luis Enjuanes y Mariano Esteban (CNB/CSIC), María José Alonso (CIQUS/USC), Ingmar Hoerr (CureVac/Universidad de Tubinga), Adrian Hill y Sarah Gilbert (Jenner Institute/Oxford), Lisa Jackson y Adrian McDermott (Moderna) y Dan Barouch (Harvard). Tanto en el índice como en citas y citas por elemento, los investigadores españoles están por encima de la media, y, para algún parámetro, en el nivel más alto. Hay que señalar, sin embargo, que el índice no recoge si la investigación de cualquiera de estos científicos culminó en el pasado o en el presente en una vacuna lista para ser usada.

6. El problema de la financiación de la tecnología médica (y de las vacunas en particular)

El desarrollo de la tecnología biomédica es costoso y arriesgado. Cuando el riesgo tecnológico parece disminuir, el riesgo financiero puede convertirse en un obstáculo insalvable. Es frecuente que llegue un momento en el que los investigadores (o las *startups* biotecnológicas) hayan consumido todos sus recursos mientras que el proyecto mantiene sus expectativas. Sin embargo, los financiadores no quieren asumir más riesgos (menores tecnológicamente pero no así financieramente por necesidad de inversión adicional). Es lo que comúnmente se llama el “valle de la muerte”, muy típico de un sector con prolongadas fases regulatorias. Hasta un tercio de los proyectos fracasan por esta razón en EE. UU., mientras que en España las dificultades son aún mayores.

Alcanzar la fase 1 con una molécula potencialmente terapéutica es relativamente asequible. No tanto en vacunas, cuyo proceso es más complejo, al desarrollarse en plataformas tecnológicamente diferenciadas. Superar esta fase implica invertir varios millones de euros. Avanzar a la fase 3, con ensayos clínicos que implican no menos de mil pacientes (o muchas más personas sanas en el caso de las vacunas) exige pasar de decenas a centenas de millones. Por ello, ni la filantropía ni los Gobiernos son una opción. Para llegar hasta el “valle” no hay muchas más alternativas que el capital-riesgo o incluso el PE (“Private-Equity”). En EE. UU., los mercados de capitales son una alternativa. Llegados a este punto, solo quedan las grandes multinacionales farmacéuticas.

La probabilidad de que una molécula en fase 1 sea aprobada por la FDA es del 9,6% (11,9% sin contar con oncología), según BIO (Thomas *et al.*, 2016), mientras que en las vacunas asciende al 19%. Esto, desde luego, tiene implicaciones financieras. Expertos del Laboratorio de Ingeniería Financiera del MIT y otras universidades han propuesto alternativas a las *Big Pharma* para gestionar los riesgos financiero y regulatorio (Vu *et al.*, 2020). Por otra parte, en un documento del Foro Económico Mundial (Dodgson y Gann, 2018), se introduce el concepto de *patient capital* como el ingrediente necesario en los ecosistemas de innovación para garantizar una financiación suficiente acorde con la “diversidad, dinamismo y riesgo que implica resolver problemas complejos”. Este modelo ya tiene algunos protagonistas en el Reino Unido: IP Group, con una capitalización de 1,3 mil millones de libras; Wellcome Trust (1,2 mil millones); Eight Great Technologies Fund (800 millones); y Oxford Sciences Innovation (580 millones). El propio Gobierno está preparando un plan de 20 mil millones de libras destinado a financiar compañías innovadoras (normalmente vinculadas a universidades) a lo largo de 10 años. Es difícil no ver una correlación entre estas evidencias y los resultados de la I+D (y de las vacunas).

En cualquier esquema financiero, tanto el sector privado como el apoyo de los Gobiernos son importantes. La inversión privada es fundamental, pero el papel incentivador y de respaldo de los Gobiernos para que el riesgo sea asumible, también. En el caso de la COVID-19 muchos Gobiernos han invertido con fuerza: EE. UU. con \$10 mil millones para subsidiar cinco programas; Alemania y Reino Unido,

con cientos de millones directamente o por medio de CEPI. A pesar de ello, no sabemos si será suficiente para acabar con esta pandemia, a tenor de su evolución, incluyendo la aparición de nuevas variantes. En todo caso es previsible que en algún momento surjan nuevas pandemias, lo que nos enfrenta a un problema básico de economía: no existen mecanismos de mercado para brotes epidémicos impredecibles. Ya en 2005, Fauci advertía que las enfermedades infecciosas producían el 26% de las muertes en el mundo (Fauci, 2005).

7. Aplicando el modelo de ecosistema al análisis

Los tres ejemplos presentados han evolucionado por caminos distintos. Todos apoyados, sin embargo, en la fortaleza de los seis dominios del modelo de Isenberg. CureVac, una *startup* de inicio, firmó recientemente una alianza con GSK. Jenner/Oxford ha desarrollado la vacuna en una actuación sinérgica de la academia (Jenner Institute) y la *startup* de Oxford Vaccitech (fundada por los investigadores principales). En la primavera de 2020 se sumó AstraZeneca. La vacuna de Harvard ha hecho prácticamente todo su recorrido en la academia y ha llegado a un acuerdo con Johnson&Johnson para la fase 3 y la distribución. Entre medias, todos han recibido importantes recursos financieros, públicos y privados, como subvenciones, capital o anticipos de ventas futuras.

El ecosistema (dominio “Financiación”) en el que ha evolucionado CureVac es muy limitado para los estándares alemanes. Sin embargo, apoyado en pequeños fondos de

capital riesgo, captó rápidamente recursos importantes de inversores privados y fondos corporativos. Por su parte, los investigadores del Jenner Institute crearon Vaccitech en 2016 para depositar la propiedad industrial de sus vacunas y captar recursos, que obtuvieron rápidamente de dentro y fuera del país. Estos recursos les han permitido reaccionar con rapidez a la pandemia. Por último, Harvard Medical School ha recibido recursos del Massachusetts Life Sciences Center, una organización semipública. En los tres casos ha habido una fuerte financiación combinada de fuentes privadas apoyadas en la participación de los Gobiernos directa o indirecta, vía beneficios fiscales, como en el Reino Unido. Esto ha llevado (dominio “Cultura”) a generar casos de éxito y ganar reputación, lo que, en conjunto, ha permitido captar recursos adicionales y lanzar rápidamente los proyectos COVID-19.

El análisis del dominio “Apoyo” muestra la fortaleza que confieren los gigantescos clústeres de la Costa Este y de Oxford/Cambridge. CureVac ha tenido, en cambio, un entorno menos favorable, que aprovechó, sin embargo, un recurso importante de la Universidad de Tubinga para la aceleración de proyectos empresariales en ciencias de la vida.

El “Capital Humano” rebosa fortaleza en los tres ecosistemas. Los tres países son importadores netos de talento. Los dos restantes dominios (“Mercados” y “Políticas”) han venido condicionados por la situación excepcional que estamos viviendo. Los tres Gobiernos han abierto los mercados de sus países a las nuevas tecnologías antes incluso de disponer de los productos, asumiendo los riesgos. Ello ha supuesto un poderoso incentivo para la movilización de la industria y la coinversión

con recursos de instituciones privadas multilaterales (CEPI) y de fundaciones. Las agencias regulatorias han priorizado estos desarrollos, acortando muy significativamente los plazos. Pero incluso antes de la pandemia los reguladores han jugado un papel muy proactivo en los tres ecosistemas.

8. Conclusiones

La experiencia internacional, examinada a través del prisma del modelo de ecosistema de I+D, evidencia nuestras limitaciones y ofrece algunas posibles prescripciones:

1. En primer lugar —es obvio—, los recursos económicos. La financiación pública tiene un efecto multiplicador y arrastra recursos privados e institucionales locales y globales. La cadena de transferencia tecnológica de las vacunas (y de las terapias) precisa financiación diferencial en cada etapa. Deben articularse estrategias financieras para no bloquear vacunas prometedoras cuando la necesidad aumenta en uno o dos órdenes de magnitud. Los incentivos al capital riesgo, *private equity* y otros fondos son fundamentales. Los estímulos en el Reino Unido y en Francia superan con mucho a los de España; no tanto en Alemania. Por su parte, el Gobierno norteamericano ha desempeñado un papel decisivo en el desarrollo del sector de capital riesgo (Hathaway, 2020). Nuestro Gobierno podría contribuir a reducir el riesgo de inversores de largo plazo, como los fondos de pensiones, y los incentivos deberían también atraer a los fondos corporativos, nada fácil en un país donde no residen grandes multinacionales farmacéuticas. Estas compañías manejan tres criterios a la hora de invertir: proximidad, alta densidad de proyectos y presencia de una red amplia de coinversores públicos y privados (ABPI, 2017).
2. En segundo lugar, hay que resaltar la importancia de los agentes privados, tanto los que aportan financiación como los que investigan. Ello incluye *startups* y centros de investigación a los que habría que evitar limitaciones burocráticas o exposición a los vaivenes de la política. La importancia de las universidades (públicas y privadas) y las instituciones sin ánimo de lucro es notoria en los tres ecosistemas descritos.
3. Tercero, valorar dos elementos “culturales”: el riesgo y la reputación. En EE. UU., Alemania y Reino Unido hay una inclinación social hacia los desarrollos científicos, no como curiosidad sino como vocación. Hay por tanto una predisposición en el inversor privado que poco tiene que ver con la aversión al riesgo en nuestro medio; aversión que comparte el Gobierno, generando con ello un bucle que mantiene la transferencia tecnológica bajo mínimos y una estructura de microempresas en permanente economía de guerra. Salir de este bucle mejoraría el elemento reputacional y, con él, la atracción de inversiones y de talento (y no su pérdida).
4. En cuarto lugar, a la deseable diversidad de fuentes de financiación habría que añadir la de las instituciones colegiadas de expertos sobre quienes recaen las decisiones de financiación de la I+D. Hay una neta separación entre la decisión y la eje-

cución por instituciones privadas y públicas autónomas, lo que introduce fluidez en el funcionamiento de las redes y enorme flexibilidad y rapidez en respuesta a las crisis. Es necesario optimizar la gestión y reforzar las estructuras de regulación y financiación para evitar que se conviertan en el cuello de botella que ahoga el crecimiento del ecosistema.

5. Finalmente, nuestro retraso actual no debe ser motivo de frustración y parálisis. Hay que buscar fórmulas para progresar. Esta pandemia exigirá más terapias y vacunas, y no será la última. Como sugirió Fauci (2005), se necesitan nuevas tecnologías en vacunas, no para un momento de crisis sino de manera continua y a nivel global, lo que exige tanto avances en la ciencia médica como en ingeniería financiera.

Bibliografía

- Association of the British Pharmaceutical Industry (2017). *The Rise of Corporate Venture Capital Investment in UK Biotech*. Publications Library. Disponible en: <https://www.abpi.org.uk/media/4573/the-rise-of-corporate-venture-capital-investment-in-uk-biotech.pdf>
- Auletta, N. y Rivera, C. (2011). Un ecosistema para emprender. *Debates IESA*, XVI(4), 12-17.
- Comisión Europea (2019). *Commission staff working document, Country Report Spain, 2019. Including an In-Depth Review on the prevention and correction of macroeconomic imbalances*. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/file_import/2019-european-semester-country-report-spain_en.pdf
- Comisión Europea (2020). *European Innovation Scoreboard 2020*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Disponible en: <https://ec.europa.eu/docs-room/documents/42981/attachments/1/translations/en/renditions/native>
- Dodgson, M. y Gann, D. (2018). *The missing ingredient in innovation: patience*. World Economic Forum. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2018/04/patient-capital/>
- Fauci, A. (2005). *Emerging and Reemerging Infectious Diseases: The perpetual Challenge*. *Academic Medicine*, 80(12), pp1079-85. Disponible en: <https://journals.lww.com/academicmedicine/pages/articleviewer.aspx?year=2005&issue=12000&article=00002&type=Fulltext>
- GAO, US Government Accountability Office (2021). *Report to Congressional Addressees. Operation Warp Speed*. Disponible en: <https://www.gao.gov/assets/720/712371.pdf>
- Hathaway, I. (2020). *The New Business Preservation Act and the Tradition of US Federal Government Support for Entrepreneurship and Venture Capital*. Center for American Entrepreneurship.
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46), 16569-72.
- Hodgson, J. (2020). The Pandemic Pipeline. *Nature Biotechnology*, 2020;38(5), 523-32. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1038/d41587-020-00005-z>

- Hoerr, I. (2017). A successful founder off the beaten path. *Nature Biotechnology*, 2017;35(10), 900-3. Disponible en: <https://hms.harvard.edu/news/dissecting-disease>
- Isenberg, D. (2011). *The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy: principles for cultivating entrepreneurship*. Babson Entrepreneurship Ecosystem Project, Babson College. Disponible en: <http://www.innovation-america.us/images/stories/2011/The-entrepreneurship-ecosystem-strategy-for-economic-growth-policy-20110620183915.pdf>
- Jiang, K. (2020). *Dissecting a Disease*. Harvard Medical School. Disponible en: <https://hms.harvard.edu/news/dissecting-disease>
- Mason, C. y Brown, R. (2013). *Entrepreneurial Ecosystems and Growth Oriented Entrepreneurship*. La Haya: OECD/LEED. Disponible en: <https://www.oecd.org/cfe/leed/Entrepreneurial-ecosystems.pdf>
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2020a). *Apuntes para una nueva estrategia económica*. Grupo de Trabajo Multidisciplinar del Ministerio de Ciencia e Innovación. Disponible en: https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/GTM_Economia.pdf
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2020b). *Informe del GTM sobre cambios en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Grupo de Trabajo Multidisciplinar del Ministerio de Ciencia e Innovación. Disponible en: https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/CAMBIOS_SISTEMA_CIENCIA_E_INNOVACION.pdf
- NESTA (2013). *Plan Innovation for Europe: Delivering innovation-led digitally-powered growth*. Nesta/The Lisbon Council. Disponible en: https://media.nesta.org.uk/documents/plan_i_for_europe.pdf
- Thomas, D. W., Burns, J., Audette, J., Carroll, A., Dow-Hygelund, C. y Hay, M. (2016). *Clinical Development Success Rates 2006-2015*. Amplion - Biomedtracker - Biotechnology Innovation Organization (BIO). Disponible en: <https://www.bio.org/sites/default/files/legacy/bioorg/docs/Clinical%20Development%20Success%20Rates%202006-2015%20-%20BIO,%20Biomedtracker,%20Amplion%202016.pdf>
- Vu, J. T., Kaplan, B. K., Chaudhuri, S., Mansoura, M. K. y Lo, A. W. (2020). *Financing Vaccines for Global Health Security*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. Disponible en: <https://www.nber.org/papers/w27212.pdf>

6. Apuntes para mejorar la colaboración público-privada

Carmen Andrade Perdrix

Motivación¹

El trecho entre el laboratorio y el mercado es largo y tortuoso, con un porcentaje de éxitos demasiado escaso. Con motivo de mi participación en una primera patente de un corrosímetro portátil, un compañero arquitecto, Antonio Ruiz Duerto, me dijo: “Si lo queréis hacer comercializable, calcula el tiempo y el esfuerzo que os ha costado y multiplícalo por 10, pues lo que habéis hecho es solo el 10% de todo lo que os queda por hacer, y lo que os queda es mucho más difícil que investigar en el laboratorio”.

1. Introducción

El desarrollo de la humanidad se establece por su capacidad de transformación de los recursos naturales en tecnologías que mejoren su capacidad de supervivencia, su bienestar y calidad de vida (hacer fuego, obtención de los metales, cerámica, la imprenta, etc.).

¹ Agradezco a Emilio Muñoz sus comentarios tan acertados, su paciencia para el debate y por compartir su inmenso saber en política científica y otros temas.

Estos avances no surgen durante siglos por una deducción científica estructurada para conseguirlos, sino que son fruto, a veces de casualidades, y otras muchas de ambiciones —como las guerreras o de dominio y mayor poder— o del patrocinio de grandes señores y monarquías con necesidad de control sobre los súbditos.

La ciencia estructurada aparece con la creación de las universidades y la definición sucesiva de sus tres funciones fundamentales: inicialmente la docencia, para luego incorporar la investigación y mucho más recientemente la transferencia del conocimiento al sector industrial o innovación (Ministerio de Educación, 2010). Desde una perspectiva (seguro) demasiado simplista, existe una coincidencia en cómo los distintos países han estructurado la gobernanza de sus universidades, y cómo se ha dado en la actualidad una diferenciación entre las universidades de países que han tenido una fuerte componente de universidades privadas o de financiación privada y las de aquellos cuyos profesores son funcionarios y donde la financiación pública es mucho más predominante.

Las universidades con fuerte componente privado tienen un nivel de transferencia muy

superior a aquellas que se nutren fundamentalmente de fondos públicos. Una situación especial la ofrece China, puesto que sus empresas son estatales, por lo que la financiación de todo el sistema es pública. Con ello, se da una menor conexión entre sus investigadores y las empresas, que cuando innovan lo hacen dentro de sus propios entornos. Caso especial también es el de las universidades privadas españolas, donde se le ha dado prioridad a la función docente. Algunas universidades vinculadas a la Iglesia católica, como el ICAI, o los centros vascos que han dado lugar a conglomerados industriales, como Mondragón, son excepciones que sirven de ejemplo a la vez que para mostrar que una alianza público-privada en las universidades promueve la innovación y dinamiza la investigación del sector privado.

Más recientemente, en el siglo XX, y empujados por los avances industriales y tecnológicos, aparecen también los centros dedicados exclusivamente a la investigación, bien independientes o ligados a las universidades. Es el caso de los múltiples centros nacionales de investigación formados al principio del siglo pasado y después de las dos contiendas mundiales², como fue el CSIC tras la Guerra Civil y el desmantelamiento de la JAE. En estos centros de financiación pública, la colaboración con la empresa no se concreta más que en honrosas excepciones. Análisis aparte habría que hacer

² Caso especial fue la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) en España, creada en 1907, y en cierto modo los Institutos de la Sociedad Max Planck, porque si bien esta fue creada en 1946 en Gotinga, hereda la filosofía de la prusiana Kaiser-Wilhelm- Gesellschaft establecida en 1911.

del patronato Juan de la Cierva del CSIC, que en la época de los Planes de Desarrollo español dio lugar a centros de investigación con elevada presencia empresarial, en especial en aquellos institutos sectoriales beneficiario de una tasa parafiscal por venta del producto con carácter finalista en la investigación (Instituto del Cemento y Centro de Investigaciones Metalúrgicas o de Polímeros). Esta tasa fue abolida al entrar España en la Comunidad Europea, pero había permitido una imbricación grande del sector industrial en los trabajos de los centros, colaboración que no siempre fue valorada positivamente, de tal forma que los aires modernizadores del advenimiento de la democracia juzgaron negativamente el que se dedicara una parte de esa financiación a servicios, más que a investigación de frontera. Sin embargo, gracias a esa financiación finalista, investigadores de aquellos centros tuvieron un papel muy destacado en los avances industriales de los sectores involucrados y también tuvieron un reconocimiento e impacto internacional, poco común para aquella época.

Es indudable que la relación entre ciencia e innovación no ha sido fluida ni de feliz convivencia en Europa (ni en España). En el ámbito europeo, esa fue la importante apuesta de Jacques Delors con su Libro Verde de la Innovación: en los ámbitos de la economía del cambio técnico han surgido, para explicar nuevas visiones, los conceptos de “sistema nacional de innovación” —con contribuciones importantes de Nathan Nelson y Bengt-Ake Lundvall— y de “triple hélice”, de Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff.

En España, ha habido instituciones públicas, como el Instituto INGENIO (Castro y Fernández de Lucio, 2001), y fundaciones pri-

vadas, como COTEC, que asumieron el reto europeo. Sobre ese impulso, desde COTEC plantearon una acción estratégica multipolar, entre cuyas acciones estaba la formación para la que entre otros instrumentos pusieron en marcha una Colección de Clásicos COTEC sobre la gestión de la innovación (ver West, 2002; von Hippel, 2004), actividades que, afortunadamente, sigue realizando en la actualidad con igual o mayor ímpetu.

En el ámbito del pensamiento analítico, cabe mencionar al filósofo vasco Javier Echeverría, con una abundante producción relacionada con la comprensión y el análisis de la innovación y de su relación con la política científica (ver Echeverría, 2017).

En el mundo de la consultoría y la formación en gestión de la innovación, César Ullastres acredita una importante tarea. Su último libro con Antonio M. Fumero, *El lado oscuro de las innovaciones* (2017), es un provocador texto que deja de lado los tópicos para mostrar con casos prácticos los procesos de innovación en las organizaciones.

El presente texto reconoce con estas menciones lo mucho que se ha reflexionado sobre la innovación, pero al mismo tiempo lo que expongo se basa en experiencias vividas a lo largo de un ejercicio continuo de la ciencia en un centro del CSIC muy cercano a los sectores industriales. Ello sirve como soporte para abordar cuestiones prácticas, actividades que además han sido contrastadas en entornos y ante colegas internacionales, sin dejar de mencionar el fructífero tiempo para la acción y la reflexión durante unas etapas en la Dirección General de Política Tecnológica y como Asesora de los Secretarios de Estado de Investigación y de Universidades.

2. El sistema investigador actual

En lo que respecta a la colaboración público-privada (P-P en adelante), España, como el resto de Europa —con la excepción en algunos sectores industriales de Alemania—, sigue inmersa en lo que se ha llamado “la paradoja europea”: unos investigadores de elevada excelencia científica, pero con una cuota de transferencia a la industria muy baja, y una industria que innova insuficientemente y es líder mundial en muy pocos sectores (las grandes tecnológicas no son europeas).

Sin pretender hacer una revisión histórica rigurosa, sirvan de introducción unas cortas reflexiones con respecto a la colaboración P-P en España. Al principio del siglo XX, cuando se fundó la Junta para la Ampliación de Estudios, existía una debilidad en los ámbitos políticos manifestada en los cambios continuos de Gobierno, que no lograban dotar al país de una articulación social estable. El tejido productivo era entonces muy débil, excepto valiosas excepciones en algunos focos geográficos, siendo el país mayoritariamente de economía agrícola y ganadera. En este contexto, los científicos eran pocos y apenas estaban considerados socialmente, como tristemente denunció Ramón y Cajal en muchas ocasiones, en el sentido de sentirse aislados en su interés de las preocupaciones de una sociedad que entonces tenía una gran proporción de anal-fabetos y estaba muy fragmentada debido al limitado alcance de las comunicaciones.

No es de extrañar que, consecuentemente, España no tuviera ninguna relevancia científica en el contexto internacional, lo que engrandece, como ya se ha repetido en muchas ocasiones, la figura de Cajal, y posteriormente

de Severo Ochoa —si bien este último debe su carrera a sus trabajos en EE. UU.—. Cabe destacar, sin embargo, el enorme impacto de sus literatos y pensadores, así como, de sus ingenieros (de la Cierva, Torres Quevedo, Echegaray —que fue además presidente del Gobierno—, etc.); quienes sí consiguen un mayor reconocimiento social y, desde luego, impacto internacional.

A partir de los años 40, la ciencia en nuestro país se articula alrededor del CSIC y de unas estructuras de apoyo técnico a los Ministerios Sectoriales. Nacen así (o se consolidan) lo que hoy son los Organismos Públicos de Investigación (OPI), que crecen asociados a los ministerios hasta los años 80.

La Ley de la Ciencia del 86³ es una respuesta a una demanda de modernización inaplazable. La LRU y el desarrollo del Estado de las autonomías, a las que se traspasan las competencias en las universidades y que crecen enormemente en número, configuran la situación actual, en la que la conferencia de rectores es una fuerza dinamizadora de la necesidad de cambio, mientras que los OPI pasan a depender del Ministerio de Ciencia e Innovación (excepto el Cedex, que sigue permaneciendo dentro del actual del Ministerio de Transportes).

En esta trayectoria, tan someramente resumida, es importante resaltar que, a partir de la Ley de la Ciencia de 1986, con la desaparición de los patronatos del CSIC y la cierta homogeneización de los estatutos de personal de los OPI, se genera un modelo de excelencia donde lo que prima es el artículo científico y donde el

desarrollo de tecnología es una función de las empresas. Con este nuevo enfoque de valorar los CV científicos, los OPI y las universidades se descapitalizan de buenos tecnólogos e ingenieros, que son relegados a puestos solo conexos con la investigación y como meros “profesores asociados” en la docencia. A ello colabora la desaparición de las plantillas “laborales” y la funcionarización de todo el personal. Sin duda, la pequeña tradición de excelencia científica hizo necesario potenciar la ciencia básica de calidad, lo que ha dado muy buenos frutos, si se atiende al aumento del número de publicaciones científicas por investigador; pero no es menos cierto que allí el país perdió una oportunidad de reforzar y consolidar unas bases en desarrollo de tecnologías avanzadas, que entonces ya se mencionaban en la citada Ley de la Ciencia, pero que no se desarrollaron.

En cuanto al sistema productivo y la empresa, desde los años 40 han estado muy apoyados en la Administración, con un desarrollo tecnológico propio insuficiente y basado principalmente en la compra de tecnología exterior, con honrosas excepciones de las que no se citan ejemplos para evitar omisiones o preferencias. El sistema productivo se ha configurado en su desarrollo como proporcionalmente menor que el sector servicios, que ha recogido mayoritariamente el cambio del capital humano dedicado a labores agrícolas y ganaderas de la primera mitad del siglo XX.

En resumen, España parte de un tejido empresarial reforzado en los últimos años, pero débil cuantitativamente, y un personal científico entre el que no escasea el talento, dado que se sufren unos filtros muy duros para llegar a puestos de funcionario, pero que

³ Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-9479>

está mayoritariamente dirigido a las publicaciones, el principal índice de su *curriculum*. Además, cuenta con un desarrollo de tecnología propia muy insuficiente, por no estar estructurado, ni incentivado. Sin embargo, en paralelo, la dinámica y la demanda social de ciencia y de avances tecnológicos es creciente y muy elevada.

Esta situación de enorme distancia cuantitativa y cualitativa entre el investigador y la empresa ha recibido mucha atención en los últimos años, en especial durante la época del presidente Rodríguez Zapatero, que se plasmó en un aumento sustancial de la financiación para la investigación y la formación del primer Ministerio de Ciencia e Innovación. No se puede dejar de resaltar el papel muy especial que ha tenido el CDTI en la financiación de la innovación, a la vez que desde el Ministerio de Educación o de Ciencia e Innovación se desarrollaban muchas iniciativas de financiación pública al sector privado, tanto del Gobierno central como de las CC. AA., para financiar e impulsar la colaboración P-P. Se constituyeron las Oficinas de Transferencia (OTRI) y se han impulsado las patentes, animando a los investigadores a crear empresas de base tecnológica.

A nivel europeo, es también necesario mencionar toda la financiación de fondos europeos que ha ido y va hacia la investigación industrial, pero es desalentador lo poco que eso se ha transformado en un reforzamiento del tejido empresarial innovador, ya que no siempre las empresas emplean los resultados para la mejora de sus líneas productivas, sino que los fondos para investigar se invierten mayoritariamente en contribuir a mantener a los equipos y unidades de I+D empresariales. Si hubiera habido esa obligación (como

filtro para obtener una siguiente financiación) de invertir los desarrollos de un proyecto en sus líneas de producción, seguramente se habría producido un mayor rendimiento de los fondos europeos. La falta de mecanismos evaluadores posfinanciación es uno de los elementos esenciales que habría que introducir en el presente sistema si se quiere superar la actual paradoja.

Además, estos proyectos con participación de la industria a nivel nacional o internacional suelen tener un número elevado de socios, sobre todo a nivel europeo, o que se debe a la reducida capacidad de seguimiento de los funcionarios europeos, pocos en número y medios con respecto a los fondos que manejan, por lo que incentivan grandes consorcios. Así, se relacionan con un menor número de investigadores principales. Es muy difícil que estos consorcios lleguen a soluciones verdaderamente innovadoras y las empresas acceden porque es una manera de mantener la “llama de la investigación” en sus equipos, pero si quieren hacer algo realmente importante para sus líneas de producción, lo hacen internamente y solo piden servicios a los centros de investigación. Este tipo de financiación “generalista” es sin duda necesaria para mantener “engrasado el sistema”, pero es completamente insuficiente. No hay que olvidar las tesis de Mariana Mazzucato (2019) en su libro sobre el Estado emprendedor.

La pandemia de la COVID-19 ha evidenciado muy claramente, a nivel nacional y europeo, que la situación no ha mejorado en términos de eficacia de colaboración P-P en todos los últimos años a pesar de esos programas de financiación de proyectos industriales, y ha dejado al desnudo de forma dramática la

falta de articulación del sistema. En España, los investigadores que trabajaban en vacunas eran pocos, con medios en la mayoría precarios, con equipos de personal contratado y con una relación con la empresa obtenida de su propio prestigio y no de un sistema estructurado para ello.

En resumen, en Europa y en España se optó, y no se ha evolucionado, por una financiación pública que premia la excelencia científica (sin duda absolutamente básica y esencial) pero sin planificación hacia la innovación, que se deja, al igual que la investigación básica, a elección e iniciativa de los investigadores. Ya en 1982 Emilio Muñoz (1982) decía “La dialéctica entre libertad y planificación ha sido otro factor que ha influido decisivamente en el divorcio entre ciencia e industria. Este factor tiene su importancia y ha jugado un papel decisivo en países donde ha existido una planificación de la actividad científica, pero alcanza cotas aún más altas en países como el nuestro, donde no ha habido programación de esta actividad y cada uno escoge su campo de acción por propia iniciativa. La coartada de la libertad justifica aquí el escaso compromiso de la actividad científica”. Este es un debate abierto desde hace muchos años, pero mucho más encendido con motivo de la publicación de la Ley de la Ciencia de 1986, como recoge García Arroyo (2007).

Además, dado que la participación relativa del sector privado en la financiación de la investigación no llega al 66% en nuestro país, se pone el énfasis en adjetivar como poco innovadora a la empresa, en un círculo vicioso de difícil salida. Es decir, se mantiene para el sistema investigador un modelo “lineal”, en cadena (I+D+i), en el que lo primero es investi-

gación básica (la I) y que de ella sale la aplicada (la D) y luego se genera la innovación (la i). Pero este modelo lineal no funciona más que si se desarrolla dentro de la empresa, ya que en la empresa no se investiga cualquier tema, sino aquel que tiene una demanda comercial o social. La empresa sí puede tener un modelo lineal debido a su planificación y selección de objetivos previa, pero aplicado al sistema público no funciona. Si es el sector público el que genera la investigación básica, existe la barrera casi insalvable de que la oferta no coincida con la demanda, es decir, el investigador sigue su propia intuición y afán de saber, pero en muy pocos casos investiga siguiendo las demandas del mercado, entre otros motivos porque lo desconoce en el detalle necesario. Además, no es generalizable el que la empresa deba ser siempre innovadora, tal y como Mikel Buesa argumenta desde hace años (Morales *et al.*, 2018).

El otro componente del poco rendimiento en la colaboración P-P es la valoración de los CV de los científicos de los sistemas público y privado. En el sector privado, a nivel europeo sí se valora el título de Doctor, pero en España este título no es apreciado por la mayoría de las empresas, que prefieren mucho más los másteres, en alguna de las variantes de gestión de mercados o empresas (Suárez, 2008). No hay ningún incentivo en los universitarios españoles que quieran trabajar en empresas para hacer el doctorado. Solo lo abordan aquellos que quieren dedicarse a la investigación o la docencia. En estos casos el valor del artículo publicado está muy sobrevalorado, así como el impacto de las revistas donde se publican, pero muy poca atención se presta a su viabilidad de aplicación, siendo denosta-

do en las ramas de ingeniería el publicar en castellano.

Por ello, se obtiene lo que se promueve: un cuerpo investigador con una enorme presión para obtener unas ratios de publicación en revistas indexadas muy altos, porque las plazas son pocas y la competencia altísima. Una vez alcanzada la plaza, el personal se ha embebido de esta cultura y cuando actúa en el futuro para tomar decisiones de selección siendo miembro del siguiente tribunal, esa cultura influye y se decide sobre las mismas bases: la cultura de priorizar el artículo se retroalimenta. El resultado es la descapitalización de profesorado funcionario con experiencia práctica en las carreras de ingeniería y posiblemente en la de medicina, así como la ausencia de buenos tecnólogos en los centros de investigación.

Sin duda la ciencia básica y elegida por el investigador es un elemento esencial de cualquier sistema. Un país debe tener siempre una serie de investigadores que se orienten según su propia dinámica y con el mayor nivel de capacidad de interpretar y usar técnicas avanzadas o muy especializadas. ¿Cómo compatibilizarlo con tener un sistema que también sea capaz de motivar a la empresa y seguir las demandas sociales?

Se tratarán de esbozar algunas posibles vías de solución en los apartados siguientes, tratando de buscar cómo hacer compatible lo que existe con lo que sería necesario, sin hacer cambios de dirección bruscos en el sistema y siendo consciente de que todo ello se ha dicho con anterioridad por otras voces más autorizadas que la mía, pero en lo que hay que seguir insistiendo sin desánimo. Una parte del sistema funciona (los científicos bá-

sicos) y es ineludible mantenerla ya que es necesario tener una suficiente masa crítica de investigadores. No es suficiente con tener solo los que destacan, son necesarios también todos aquellos investigadores que, si bien no destacan en lo científico, son fundamentales para que los que lo hacen accedan al suficiente contraste de pareceres (Quintanilla, 2020). Hay que dar soluciones fundamentalmente a lo que no funciona y ello sigue siendo una eficaz colaboración P-P.

3. Avances en la colaboración P-P

En la actualidad se da en llamar colaboración P-P fundamentalmente a las financiaciones públicas que permiten a la empresa acceder a subvenciones y préstamos, siguiendo las indicaciones de la Unión europea para que no sean ayudas encubiertas a las empresas en los porcentajes máximos de cada uno de estos incentivos. Este método es insuficiente y una posible vía de mejora está en crear entornos donde la transmisión del conocimiento no sea lineal, sino que se creen “círculos de innovación” (**Figura 1**) donde todos los estamentos interaccionen con un objetivo común planificado, e invertir en ellos, tanto en la investigación como en los mecanismos de puesta en el mercado de las empresas e incluso creando empresas con contribución de capital público.

Algo parecido se intentó por parte de la Comisión Europea en algunos de los programas marco anteriores, cuando se crearon las “Plataformas Tecnológicas”, pero a mi entender se perdió la oportunidad cuando no se financiaron desde los propios fondos europeos y solo lo hicieron las autoridades nacionales, lo que

Figura 1. Estructura de los círculos de innovación



Fuente: elaboración propia.

debilitó muchísimo su dimensión europea y propició la deriva a convertirse en un simple vehículo de conseguir proyectos, tanto a nivel nacional como europeo. Es decir, las Plataformas Tecnológicas mantienen una relación entre el sector público y el privado, pero al no haber sido dotadas de objetivos planificados de innovación, se han convertido en necesarias, pero insuficientes. Su estructura no sirve para situaciones de emergencia, como la pandemia actual o un desastre natural (riadas o sismos), o para dar un vuelco a todo lo relacionado con el medio ambiente.

También es necesario reconocer que existen intentos promovidos por el CDTI o por universidades. Ejemplos aislados de situar a los investigadores y a la empresa en el mismo entorno creativo existen, pero les faltan los incentivos y consecuencias (creación de empresas que exploten los resultados) que los harían eficaces, así como el amparo legislativo que los haga determinantes.

Planificación, interacción P-P, incentivos y cambios legislativos son las cuatro palancas que deberían mover estos “círculos de innovación”. Sin entrar en detalles, un ejemplo de este sistema ha dado como fruto la rápida puesta en el mercado de las vacunas contra la COVID-19. Utilizaré, sin embargo, algún ejemplo de la economía “verde” o relacionada con la sostenibilidad, dado que a nivel europeo la nueva Comisión lo considera prioritario y todos somos conscientes que es urgente hacer algo con nuestro modo de vida, si no queremos acabar con el planeta (Mayor Zaragoza, 2018).

1. **Planificación:** ¿qué queremos conseguir y cuándo? Es necesario establecer unos objetivos claros de innovación, es decir ¿qué productos queremos o necesitamos en el mercado y cuándo? (Suárez, 2008). Como ejemplo puedo comentar que la industria del cemento está inmersa en una investigación a contrarreloj para conseguir disminuir las emisiones de dióxido de carbono en la fabricación de los cementos. Otros ejemplos de actualidad son la necesidad de vacunas contra la COVID-19 o de energías más respetuosas con el medio ambiente.

Definir desde el principio el “cuándo” es tan esencial como el “qué”, ya que, si se trata de planificar una innovación, los tiempos para su uso deben ser fijados.

2. **Interacción P-P:**

- ¿Quiénes saben de ello y pueden conseguir esos objetivos?
- ¿Qué empresas lo pueden o quieren poner en el mercado?
- ¿A quiénes hay que formar en esas especialidades en la empresa y el sector público?

- ¿Qué demanda social existe y, por ello, qué unidad de la Administración tiene que ser involucrada?

La iniciativa debe ser de la Administración. Nuestra cultura y tradición nos llevan a ello, como se analizó en la introducción. No cabe ahora mirar hacia la empresa esperando que tomen iniciativas que no se adaptan por tradición o que en este momento no ven rentables. Desde luego, tiene que haber comités de selección independientes en los que los ministerios involucrados participen activamente y con una dinámica abierta, pero a la vez dando lugar a consorcios de pequeño tamaño. Se deben seleccionar los proyectos que cumplan los requisitos y se comprometan a desarrollar el producto en un plazo fijo. El caso de las vacunas para la COVID-19 vuelve a servirnos de ejemplo, y serían otros muchos temas los posibles en el ámbito, por ejemplo, de las energías limpias.

3. Incentivos: este es un aspecto central. Sin incentivos para el investigador y la empresa no habrá resultados.

- Para el investigador, además del incentivo de tener acceso a financiación para su investigación y la posibilidad de tener colaboradores en formación, es fundamental que le repercuta en su valoración curricular. Dado que lo normal es que no haya artículos científicos, esto implica que pueda haber baremos y valoraciones que valgan tanto como los actuales artículos científicos. Mejor sería que hubiera dos sistemas paralelos de valoración: el científico y el técnico

(que no tecnológico, tal y como se ha entendido hasta ahora). Es decir, que un investigador opte porque le valoren tribunales donde haya plazas de científicos básicos y tribunales donde se juzga la necesidad de una plantilla, que siendo investigadores también saben trabajar al ritmo de la empresa y además saben transferir y promover innovación. La implantación de estos dos sistemas paralelos de valoración curricular no es tan complicada, pero sí es difícil que los actuales centros de investigación entiendan que necesitan una plantilla técnica (no de servicios y no tecnológica —la antigua acepción—) capaz de relacionarse en el entorno de la empresa. Por ello, esta nueva vía de valoración curricular debería ser impuesta desde las autoridades competentes y obligar a los centros a tener un porcentaje de su claustro en el nivel técnico.

- Para la empresa, además del acceso a la financiación pública, debe haber el incentivo de una protección legal a su inversión (ayudas para la financiación de las patentes, por ejemplo) y un reconocimiento que le dé preferencia para otras financiaciones posteriores en otros estadios de la investigación o en futuros proyectos. No es entendible en este momento que ni a nivel nacional ni a nivel europeo no se valore, al pedir un proyecto, el haber sido capaz de poner en el mercado resultados precedentes. Solo se mide cómo se redacta la propuesta. Hay empresas que se han especializado en conseguir proyectos europeos y nacionales pero que no

plasman los resultados en su cartera de ofertas. Es decir, incentivos de financiación de protección de la innovación y méritos para posteriores proyectos.

- También a los investigadores de la empresa es necesario que les cuente en su valoración de promoción o salarial. La valoración de la empresa y la promoción de sus investigadores debería dar puntos para obtener nuevos proyectos de la Administración.
4. Cambios legislativos: creo que es el más esencial de todos los aspectos, ya que sigue habiendo una enorme cantidad de barreras legislativas para la colaboración P-P. Existe una desconfianza mutua de la Administración hacia la empresa y viceversa. En estos últimos años se ha intentado a nivel nacional salvarlas, empujando al investigador a que promueva Empresas de Base Tecnológica (EBT). Pero lo dejan solo frente al desafío de promover una empresa, ya que solo algunas universidades se involucran en ellas. No basta con que el investigador haga cursillos de formación empresarial. No es su papel. Sera socio, pero sin poder de intervenir en la marcha de la EBT, ya que su estatus de funcionario y la legislación sobre las incompatibilidades se lo impide. Necesitará gerentes y comerciales.

Hay más historias de fracasos y malentendidos que de éxitos en las EBTs y, además, lleva implícito que el investigador se embarca en una actividad que desconoce y no es su vocación. Con la filosofía del “círculo de la innovación”, no sería necesario que el investigador monte una empresa; serían las empresas involucradas las que lo harían, con participación o no de los

centros de investigación (que no del investigador individual, excepto que tuviera patrimonio personal y quisiera implicarse).

Mirando otra vez al ejemplo de las necesarias vacunas contra la COVID-19, es obvio que la fabricación debe ser realizada por empresas capaces, sin necesidad de que se impliquen los investigadores personalmente. Ahora bien, si la financiación ha sido pública, ¿es suficiente una regalía al centro? ¿Cómo compensar al investigador su contribución? En el caso de la Unión Europa y las vacunas, ¿cómo se ha regulado esta compensación por la financiación adelantada? ¿Cómo se hará en los futuros fondos extraordinarios disponibles en diversos países? Creo que la Administración debería tomar la iniciativa de identificar las barreras legislativas existentes (ya se identificaron en la redacción de la Ley de la Ciencia aprobada en tiempos de la ministra Garmendia, pero poco o nada se ha hecho por avanzar en esa línea).

No quisiera terminar este apartado de cambios legislativos imprescindibles sin mencionar cuánto de “anatemá” puede verse el que proponga, para alcanzar una efectiva colaboración P-P, la creación de empresas con participación parcial o total de capital público. Por fortuna, hay voces más autorizadas que la mía en estas lides, como las de Andreu Más-Colelly Emiliano López Atxurra, quienes, en su tribuna “La oportunidad de una apuesta industrial”, publicada en el periódico El País el 15 de julio de 2020⁴, proponen un plan de reindustria-

⁴ Disponible en: <https://elpais.com/opinion/2020-07-14/la-oportunidad-de-una-apuesta-industrial.html>

lización con argumentos muy potentes. Si se quiere compensar nuestra aversión cultural a lo privado desde la Administración, esta sería una buena medida “de choque”. Pero si el que haya participación empresarial en las universidades ya es denostado por muchos como “una venta al capital” privado, es indudable que proponer la creación de empresas por parte de la institución (la Administración), y no del investigador, puede verse como el camino a la connivencia y el trasvase de fondos públicos para el enriquecimiento del sector privado. Pero ¿para qué entonces pedir más fondos para investigar? ¿Por qué mantener un cuerpo investigador que no tiene más objetivo que “el saber”? Bastaría, si es así, con tener una cantidad mínima de investigadores como “un florero”, ya que no se pide ningún rendimiento social de la inversión, y de hecho, esto es lo que en muchos periodos recientes nos han considerado a todo el cuerpo investigador algunos altos funcionarios. Por ello, por la falta de claros objetivos industriales o sociales, no han visto que fuera necesario más inversión.

Creo que la respuesta lógica es justo la contraria. Ante lo exiguo de los presupuestos, solo se podrá argumentar la necesidad de una mayor inversión en investigación si los investigadores tienen un impacto industrial y social. Hay que darles los instrumentos para ello a los centros de investigación y las universidades. Para el Estado, solo tiene sentido invertir si hay un retorno social y económico directo que permita nuevas inversiones y, por ello, por justicia de retorno de lo que invirtió, la Administración debería ser promotora de em-

presas. Por fortuna, la COVID vuelve a salir en nuestra ayuda al poner al desnudo esta necesidad de forma imperiosa y urgente. Si con los resultados de las vacunas, tan ejemplar y hasta heroicamente desarrolladas por un puñado de investigadores en nuestro país, no se planifica cómo fabricarlas y comercializarlas con participación de capital del sector público, ¿cómo se justificaría la inversión para que luego se lucren unas determinadas empresas? ¿Es que los investigadores van a crear ETBs?

Se puede argumentar que la Administración tendrá unas regalías si lo transfiere a empresas privadas, pero ¿y si las empresas siguen luego patrones no transparentes en la distribución a toda la población? En el caso de la COVID, como en el de las energías limpias, es fundamental que la Administración se involucre y que asegure un uso ético y social de los resultados, acorde con la inversión realizada por la propia Administración. Se necesitan funcionarios y gestores capaces de desempeñar ese papel en las empresas públicas o semipúblicas que se crearan, pero no hay duda de que tenemos muy buenos funcionarios capaces y eficientes. Habrá que tener sistemas de evaluación y control independientes, pero hay que planificarlo y poner la voluntad política de promover estos cambios. Las urgencias no pueden esperar.

4. El futuro

Para finalizar, un ejemplo reciente (no sobre la COVID) de que se puede mejorar sobre lo actual sin necesidad de cambiar todo el sis-

tema, pero si reorientarlo y desarrollar nueva legislación que lo permita. Es el de las iniciativas del CDTI en Compra Pública Innovadora, en las que resumidamente:

1. Una unidad de la Administración identifica una necesidad (un caso reciente ha sido el de ADIF, que ha identificado la necesidad de instrumentar los puentes de ferrocarril, pero ha habido algunas otras previas, aunque muy pocas todavía).
2. A continuación, se hace una consulta previa sobre qué soluciones técnicas pueden ofrecer las empresas a esa necesidad. Las empresas pueden ir o no asociadas a centros de investigación o universidades españoles o europeos y detallan lo que harían para resolver esa necesidad. Es decir, revelan cuales son las tecnologías disponibles o posibles.
3. El CDTI analiza las disponibilidades técnicas y en colaboración con la Unidad de la Administración (ADIF, en el ejemplo), publica una convocatoria donde se definen los objetivos a cubrir y los plazos. Entre los que se presenten a la convocatoria, se elegirá al menos un consorcio (o puede que varios) a los que se financiará investigación y estudios para obtener los resultados.
4. Finalmente, el propio CDTI y ADIF serán partícipes de la propiedad industrial, que recaerá en las empresas, pero que estarán asociadas a la Administración.

Esta iniciativa está en línea con la estrategia de crear “círculos de innovación” para objetivos concretos, aunque todavía adolece de la falta de incentivos para la trayectoria curricular de los investigadores que se involucren, pues el tiempo que dediquen a ello no les rendirá en “artículos científicos”, ni les supondrá

ninguna mejorar salarial, ni de valoración en sus entornos científicos. El incentivo para la empresa es la compra por parte de la Administración de las tecnologías que desarrolle, si bien los investigadores de la empresa no tendrán incentivos específicos.

Para crear estos círculos de la innovación no parece que puedan servir las actuales OTRIS que están educadas en la transferencia de conocimientos. La transferencia, como una acción lineal, esta hipotecada en muchos casos por los diversos problemas de vocabulario y lenguaje entre el investigador y el empresario. Es necesario crear otras estructuras nuevas, en las que el CDTI es esencial, pero que no debería ser el único promotor de estas iniciativas. Además, debería tener más personal formado para “animar” estos círculos. Cada ministerio debería poder tener una unidad que identificara esas necesidades sociales o técnicas y que, en contacto con las industrias del sector y los Ministerios de Industria y de Ciencia, deberían tener reuniones periódicas de selección de objetivos.

5. Conclusiones

1. En Europa y España tenemos muchas asignaturas pendientes en la incentivación de la colaboración P-P, ya que sigue vigente la llamada “paradoja europea”, en la que la excelencia científica no se correlaciona con un impacto empresarial. Hay honrosas excepciones, pero no somos una potencia industrial estructurada y coordinada desde los niveles científicos a los empresariales. Sí existen empresas de impacto mundial, que sin duda innovan y estructuran sus avances,

- pero nuestro sistema público tiene unos objetivos que, si bien se dice que se alinean con las demandas sociales, el resultado a este respecto es muy débil y desestructurado.
2. El modelo actual de colaboración P-P de financiar proyectos conjuntos empresa-centro de investigación está agotado, en el sentido de que ha rendido todo lo que podía rendir con el sistema investigador y legislativo actual. Es bueno mantenerlo, pero es necesario hacer algo nuevo, aunque parezca poco y se organice basado en “prueba-error”, para ir mejorando su organización en el futuro.
 3. El sistema investigador actual tiene un gran impacto científico y por ello hacen un buen trabajo, sin duda necesario, por lo que hay que iniciar vías paralelas nuevas basadas en cuatro conceptos clave:
 - a. Planificar los objetivos, y los tiempos de puesta en el mercado y no solo de desarrollar investigación.
 - b. Seleccionar a los agentes ejecutores y promover su interacción de forma estructurada, eficaz y evaluada.
 - c. Facilitar la financiación y los incentivos a los investigadores, cambiando su valoración curricular y dando puntos a estas actividades y a la empresa para futuras convocatorias.
 - d. Remover las barreras legislativas múltiples de nuestro sistema, que impide a los investigadores una interacción con la empresa sin sospechas de que son o de poco nivel científico, o poco leales a la Administración. También es necesario remover las barreras y facilitar que el capital público participe como accionista en empresas hasta que los pro-
 - ductos sean rentables y permanezcan luego, o no, como parte de esas empresas según los objetivos y demandas sociales.
 4. El caso de la COVID es un buen ejemplo: si se quieren vacunas, desarrollo de análisis rápidos o tratamientos eficaces, hay que crear un programa específico (circulo de la innovación) donde, respetando la propiedad intelectual de los investigadores y sus centros de pertenencia, la propiedad industrial sea proporcional a lo que las empresas pongan, o a lo que la Administración haga de esfuerzo financiador. Si existe un retorno al erario público, como regalías o incluso como reparto de beneficios, eso debería repercutir en que no sea visto como algo exótico o irregular y se pueda volver a invertir en nuevas iniciativas de colaboración P-P.
 5. Superada la urgencia de la pandemia, como país europeo, nos enfrentamos al reto de una economía “verde” y sostenible de energías limpias; reto al que solo con una visión “global”, como indica Mayor Zaragoza (2005), “nos permitirá evaluar las diversas opciones que se nos ofrecen”. Solo creando desde la Administración programas dirigidos y planificados a objetivos de puesta en el mercado podremos llegar a tiempo, porque ya vamos tarde en paliar los efectos del cambio climático. Pero, desde luego, no desarrollaremos las tecnologías necesarias si no se acomete una planificación estructurada por objetivos, se incentiva a los mejores científicos a que vuelquen su sabiduría en ello (no lo van a hacer sin incentivos curriculares y de valoración, ya que no se les puede pedir ser

héroes), se valora a las empresas por su puesta en el mercado y se está dispuesto, desde la Administración, a crear empresas de forma subsidiaria.

Bibliografía

- Castro Martínez, E. y Fernández de Lucio. I. (2001). *Innovación y sistemas de innovación*. Disponible en: <http://metaforum.es/wp-content/uploads/2015/10/00300-Innovacion-y-Sistemas-de-Innovacion.pdf>
- Echeverría, J. (2017). *El arte de innovar. Naturaleza, lenguaje, sociedades*. Madrid: Plaza y Valdés.
- García Arroyo, A. (2007). *De Lieja a Bruselas vía Madrid. Tiempos de Ciencia y política*. Madrid: CSIC.
- Mayor Zaragoza, F. (2005). *La fuerza de la palabra*. Madrid: Editorial Adhara.
- Mayor Zaragoza, F. (2018). *Agreement Proposal for Academic, Scientific, Artistic and Literary Communities*. Disponible en: https://aeac.science/wp-content/uploads/2018/12/agreement_proposal.pdf
- Mazzucato, M. (2019). *El Estado emprendedor: mitos del sector público frente al privado*. RBA Libros.
- Ministerio de Educación (2010). *Estrategia Universidad 2015. Contribución de las universidades al progreso socioeconómico español 2010-2015*. Secretaría General Técnica. Disponible en: <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP14872.pdf&area=E>
- Morales, D., Buesa, M., Heijs, J. y Baumert, T. (2018). Innovación y competitividad: un análisis aplicado a las empresas industriales españolas. *Cuadernos de Información Económica*, 265, 25-41.
- Muñoz, E. (1982). Divorcio entre ciencia e industria en España. Problema económico y realidad sociocultural. En: Nieto, A. et al., *Apuntes para una política científica*. Madrid: Editorial CSIC.
- Quintanilla, M. A. (2020). *Filosofía Ciudadana*. Madrid: Editorial Trotta.
- Suárez, B. A. (2008). *La innovación tecnológica y los paradigmas sociales*. Barcelona: Icaria Editorial.
- Ullastres, C. y Fumero, A. (2017). *El lado oscuro de la innovación*. Córdoba: Editorial Almuzara.
- Von Hippel, E. (2004). *Usuarios y suministradores como fuente de innovación*. Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- West, A. (2002). *Estrategia de la Innovación*. Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.

7. Investigación traslacional: contexto y reflexiones sobre el caso español

Jesús Ávila

1. Introducción

La relación entre lo público y lo privado se ha convertido en un objetivo básico de las políticas de ciencia y tecnología y está presente en normas, acciones, análisis y búsqueda de resultados. De ahí la importancia de conocer bien el contexto, para entender o justificar textos, discursos y acciones que están presentes en los procesos políticos de toma de decisiones.

1.1. El ejercicio de la transferencia o traslación en las políticas europeas

Desde los primeros momentos de su implantación, la política científica europea contempló la necesidad de que existieran relaciones entre el mundo científico, el entorno privado —como motor empresarial y productivo— y el ámbito político —como instrumento necesario de promoción y gestión—.

En el ámbito de la producción de los conocimientos, la división entre ciencia básica —cuyo objetivo es conocer y contribuir al aumento del acervo de los saberes y que forma

parte de la vida académica—, ciencia aplicada —cuyo fin es facilitar las actuaciones y forma parte esencialmente del mundo más técnico y emprendedor— y la tecnología —que, como proceso híbrido e interactivo que da cuenta de la dinámica de la ingeniería y de la dinámica de los centros politécnicos, unas veces es motor para la producción de los conocimientos y otras es un resultado de los desarrollos científicos— adquiere carta de naturaleza.

Esta división, que procede más del ámbito científico europeo que del norteamericano, ha tenido efectos positivos para la estructuración y organización de los mecanismos de promoción y fomento de la investigación y de las infraestructuras, pero ha implicado también la generación de diversos problemas como consecuencia de su tendencia a la separación y a la compartimentalización, cuando era preciso conectar e integrar a los agentes productores del conocimiento y a sus usuarios, es decir, esencialmente a la academia y la empresa.

Es interesante, sin embargo, subrayar que Europa ya se planteaba, en torno a la mitad del siglo XX, la reflexión acerca de si la ciencia debía ser considerada como una función

social, en tanto que bien público o colectivo, además del reconocimiento paulatino de la actividad científica como profesión. Y, en parte como consecuencia de ese reconocimiento, en Europa la ciencia se ha ido convirtiendo en elemento básico del discurso político, pasando la elaboración de estrategias y planes científicos y tecnológicos a formar parte de la práctica y el ejercicio de la política.

Un resultado evidente de esos procesos de cambio es la expansión del progreso científico, con la adopción, por parte de un número creciente de países, de los principios de prevención y planificación. Adicionalmente, se produjo, en términos estructurales, el reconocimiento de la enseñanza superior y de la investigación como factores determinantes del desarrollo económico y social.

1.2. Conflictos geoestratégicos

A pesar de que, en los años en los que se producen tales cambios, el mundo se encontraba en situación de paz aparente, la realidad es que se convivía con la existencia de la Guerra Fría entre los bloques occidental y soviético. La ciencia entró por ello en el terreno de los conflictos internacionales, convirtiéndose la “carrera del espacio” en el paradigma de los objetivos estratégicos que reflejan la conflictividad entre las ideologías contrapuestas de la URSS y los EE. UU.

Por lo tanto, la expansión del conocimiento científico y de la ciencia no transcurre sin colisiones, y la relación entre ciencia, sociedad y política da lugar a la aparición de diversas constricciones: la inseguridad, fruto del divorcio entre los responsables de las

decisiones políticas y la sociedad —consecuencia de inquietudes individuales ante la aceleración del progreso—; la libertad de los expertos, condicionada en ciertos sistemas políticos; el conflicto entre realidades y elección de opciones (inversión en investigación, tipo de investigación, insuficiencia de datos, etc.); las dificultades de la puesta en marcha de los proyectos y las opciones científicas; y las dos caras de la moneda: políticas de acción y políticas de reacción.

Todo ello parece indicar que no nos separan grandes diferencias entre aquellos momentos y los actuales, más de medio siglo después, lo que parece dar fuerza al argumento de la circularidad o memoria recurrente en las cuestiones políticas sobre la ciencia y la tecnología. El cambio climático y la pandemia de la COVID-19 están ahí para confirmarlo.

2. Reflexiones para intentar mejorar la traslación de la investigación: el caso español

Hasta bien entrado el siglo XX, la investigación (científica) no tenía adjetivos: era de calidad o no. El profesor Severo Ochoa (codescubridor del código genético) indicaba a los periodistas que lo que había descubierto posiblemente no tenía aplicación alguna y que lo importante era la ilusión por descubrir. Otro premio Nobel, Sydney Brenner, mostraba su interés por estudiar, como Darwin, algún organismo de la selva amazónica sin interés comercial alguno. De hecho, pensaba que cuando se pasaba de llamar a las revistas con un nombre como *Biochemistry* a otro como *Biobusiness* se producía un retraso evidente en los ver-

daderos objetivos científicos, basados en el conocimiento más que en el enriquecimiento.

Sin embargo, debido a esa visión purista de la ciencia, la Universidad de Cambridge perdió una considerable cantidad de dinero cuando el nobel Cesar Milstein publicó, pero no patentó, su investigación sobre los anticuerpos monoclonales. Actualmente se considera conveniente y saludable complementar el interés científico no solo con el interés económico sino, sobre todo, con el interés social. Esta postura debería ser la más usual en todos los países, incluyendo el nuestro, para lo que sería necesario estimular a los científicos con la finalidad de que hicieran aportaciones más claras a la sociedad y no se encerraran en sus torres de marfil.

Un claro ejemplo del argumento anterior es el de uno de los científicos españoles más brillantes (y pionero en nuestro país de esa idea), Eladio Viñuela, que cambió su trabajo sobre el fago $\Phi 29$ para trabajar sobre el virus de la peste porcina africana (VPPA), que causaba graves daños a la cabaña porcina española. Complementariamente, ayudó a crear una empresa pública, INGENASA, para poder desarrollar industrialmente algunos de los descubrimientos básicos realizados en el laboratorio. De esta forma, combinaba la buena investigación básica con aportaciones de interés social, en lo que podemos considerar uno de los inicios en España de lo que llamamos investigación “traslacional”.

Sin embargo, el ejemplo anterior es más la excepción que la regla, pues, generalmente, este tipo de procesos no se lleva a cabo, no tanto por falta de conocimientos científicos sino por problemas en la gestión científica, debido a lo que se ha llamado la “corrupción

de la incompetencia” (a la que se refería Paul Preston [2019]), un híbrido de desconocimiento (lo opuesto a lo que debe buscar el científico) y del sometimiento al decisor político y a sus directrices, lo que en gran medida mata a la originalidad e innovación pero incrementa las posibilidades de obtener un empleo estable, independientemente de la adecuación o méritos del candidato para desarrollarlo.

Las mencionadas características de algunos gestores se han ido corrigiendo en algunas instituciones públicas de nuestro país, pero no en otras. Sin embargo, no todo tiene que sonar mal y más adelante indicaré algunos ejemplos de instituciones públicas españolas que, en mi opinión, lo hicieron bien y que progresan adecuadamente. Desgraciadamente, otras no han pasado todavía por lo que conocemos como “transición irreversible”, por la que pasamos de un sistema autoritario a un sistema moderno sin volver atrás. A pesar de los esfuerzos de algunos de los componentes de estas instituciones, no parece que se hayan alcanzado los resultados esperados.

De un modo simple, la investigación traslacional (o el paso desde la investigación básica a la aplicada) puede empezar con un descubrimiento realizado de un modo riguroso y reproducible en el laboratorio. Tras una buena gestión, el descubrimiento puede acabar dando beneficios económicos, por ejemplo, tras licenciar y explotar una patente basada en el descubrimiento. Para cuidar adecuadamente de este proceso desde las instituciones públicas, hace algunos años se propuso la creación de un Ministerio de Ciencia que englobara en ellas a buenos científicos y a buenos gestores, personas no fáciles de complementar, así como un objetivo difícil de conseguir.

El científico debe de ser riguroso e independiente en su trabajo para que sus resultados sean fiables y aplicables. En base a su experiencia y méritos, se le subvenciona con más o menos recursos. El gestor suele ser alguien designado por un responsable gubernamental, generalmente de su confianza y muy dependiente de dicho responsable. Sin embargo, en los años 80 se logró una excelente complementación entre gestores y científicos, quizás porque se reunían ambas características en una misma persona. Esta circunstancia dio lugar al desarrollo de una política científica, homologable a nivel europeo, que favoreció un fuerte avance de la ciencia española.

Sin embargo, posteriormente, el Ministerio de Ciencia dejó de funcionar como se esperaba, pues además de científicos y gestores (con conocimientos) se incorporaron otras personas, sin reconocida experiencia para desarrollar su labor, que dificultaban la expansión y consolidación de la actividad científica. Con todo, la ciencia española sobrevive gracias a que los científicos y los grupos de investigación siguen buscando nuevos conocimientos, y también a algunos buenos gestores que buscan primar la eficacia sobre la burocracia, aunque se echa en falta una estrategia y una acción decidida por parte de las autoridades públicas para apoyar y estimular tales iniciativas.

2.1. El caso del CSIC

Como ejemplo positivo de una institución española que ha llevado a cabo una importante actividad de investigación y de traslación de conocimientos hay destacar al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Como es sabido, se trata de una institución centenaria, reconocida internacionalmente y con una organización homogénea, a diferencia de las universidades y otros centros de investigación que se regulan de un modo más local.

Afortunadamente, desde Cajal y demás precursores de lo que sería el CSIC, una gran mayoría de los científicos con relevancia internacional y de diferentes áreas han pertenecido o pertenecen al CSIC o lo han hecho en alguna época de su vida. Científicos que se hacían una pregunta sobre algo desconocido, descubrían las respuestas y generaban conocimiento. Sin embargo, la aplicación de nuevos descubrimientos para obtener beneficios, a diferencia de lo que sucedía en otros países, generalmente no daba buenos resultados. No existían buenos conocimientos sobre términos como *spin-off* o incluso sobre cómo hacer bien una patente sin que hubiera desequilibrios entre las partes que licenciaban la patente.

Un ejemplo de la mencionada ausencia de conexión data de 1994. El CSIC entonces patentó una pasta de pescado que licenció a una empresa, tras recibir tan solo 200.000 pesetas. Esta patente dio lugar a la comercialización de las “gulas”, sin ningún beneficio, de los muchos generados, para el Consejo. Parece claro que aquella gestión era muy mejorable.

Aunque se han producido importantes resultados por parte de los grupos integrados en el CSIC, todavía le queda un largo camino para mejorar los mismos a nivel internacional. Los datos del *ranking* SCImago¹ indican que el CSIC está entre las 25 instituciones públicas con mayor número de patentes a nivel mun-

¹ Véase: <https://www.csic.es/en/node/454425>

dial, siendo la quinta a nivel europeo. Si comparamos a nivel nacional (**Tabla 1**), el pasado año el CSIC fue la institución española con más patentes presentadas en la Oficina Europea de Patentes. Sin embargo, si comparamos a nivel mundial el número de aplicaciones de patentes, España no aparece entre los 10 primeros países. Según otros datos, correspondientes al año 2019, España explota 18 patentes por millón de personas al año, mientras que Alemania explota 174, habiendo en ese país muchas más patentes de instituciones privadas. Por otro lado, también la inversión en I+D+i muestra grandes diferencias respecto a otros países europeos. Mientras que en España es de 302 euros por persona, en la UE se eleva a 622 euros por persona.

Tabla 1. Número de patentes solicitadas a la OEP en España y comparación con otras regiones

Institución	Número de patentes
1. CSIC	61
2. Laboratorios Esteve	33
3. Tecnia	17
4. Universidad de Barcelona	17
5. Repsol	16
6. Telefónica	14
7. Universidad Autónoma de Barcelona	13
Región	Número de patentes
España	$3,3 \times 10^3$
Europa	$0,17 \times 10^6$
Estados Unidos	$0,5 \times 10^6$
China	$1,54 \times 10^6$

Fuente: datos de la Oficina Europea Patentes (OEPM).

2.2. Otras instituciones

Un caso diferente es el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) en el campo de la biomedicina. Hubo un intento, mediada la década de los años noventa del pasado siglo, cuando, siguiendo el ejemplo de los institutos nacionales de salud americanos (NIH en sus siglas en inglés), aunque a menor escala, se crearon los centros de Oncología, Enfermedades Cardiovasculares, Enfermedades Infecciosas y Enfermedades Neurológicas. En los dos primeros casos, se asignaron como directores a científicos relevantes como los profesores Barbacid y Moncada, estando el Dr. Nájera al cargo de las enfermedades infecciosas y constituyéndose el Centro de Investigación en Red sobre Enfermedades Neurodegenerativas.

En ese periodo, la mejora del nivel científico internacional y el prestigio del ISCIII se hizo patente: se contrataron científicos formados en centros del CSIC y de las universidades y la producción científica de calidad fue un hecho novedoso en la institución. Sin embargo, años más tarde comenzó a producirse un predominio creciente de los gestores (aunque fueran científicos) y de la aplicación de progresivos criterios restrictivos sobre los científicos expertos en sus áreas. El ISCIII, tras el movimiento esperanzador de los noventa, empezó entonces a declinar, marchándose de sus mejores centros (CNIO y CNIC) algunos excelentes científicos, como los profesores Wagner o Sánchez-Madrid, entre otros. Actualmente, estos centros mantienen su prestigio y un nivel de excelencia en buena medida gracias a la permanencia en ellos de científicos como el profesor Barbacid en el CNIO o el profesor M. Torres en el CNIC.

3. La patente de la polimerasa de $\Phi 29$

Los buenos científicos suelen ser más conocidos fuera que dentro de nuestro país y suelen ir más a congresos que a la televisión. Como relata Romero de Pablos (2019), en un congreso de la European Molecular Biology Organization (EMBO), la científica Margarita Salas habló con su colega, Charles Richardson, colaborador de Kary Mullis, que había diseñado la hoy tan famosa PCR, descubrimiento por el que recibió el premio Nobel. Tras la conversación, Salas y Richardson concluyeron que sería una buena idea patentar, en EE. UU., la polimerasa, pues esta amplificaba secuencias de ADN más eficientemente que la PCR hasta entonces utilizada por Mullis. La patente se solicitó en 1989 y a principio de los 90 ya estaba licenciada a la compañía norteamericana USB, que posteriormente la vendería a Amersham. Más lenta fue la licencia de la Oficina Europea de Patentes. Afortunadamente, la patente se licenció gracias a la acción personal del entonces presidente de la institución, el profesor Emilio Muñoz, que, en periodo de descanso, atendió una llamada de los representantes de Amersham y eso permitió que el proceso fue para adelante. Tras la doble patente, todos los agentes que intervinieron en el proceso ganaron: Amersham, alrededor de 50 millones de pesetas, el CSIC cerca de 7 millones y el de grupo de Margarita Salas (y Luis Blanco), otro tanto. Actualmente, tras expirar el tiempo de la patente, otra polimerasa, de algún modo relacionada con la del bacteriófago pero de origen humano, descubierta por el grupo de Luis Blanco, fue licenciada a una empresa española (Genetrix).

La compra de la patente por USB se cerró por alrededor de 5 millones de pesetas, inclu-

yendo, además, un porcentaje de los beneficios de explotación. Como Salas y Blanco eran miembros del CSIC, se incluyó a la institución como beneficiaria mayoritaria de dicho porcentaje. Los beneficios han sido de millones, no de pesetas sino de euros. Como señalaba Romero de Pablos (2011), “mucho se había mejorado”. A pesar de ello, la aplicación estricta de algunas normas de gestión, tomadas fuera del CSIC, por el ministerio, llevó a denegar a Margarita Salas, dos años antes de morir, su proyecto de investigación, no por falta de méritos científicos, sino porque era mayor y debía aceptar “obligatoriamente” la jubilación².

Criterios muy distintos se aplican en otros países que conceden un mayor valor a los científicos desde hace años. Un buen ejemplo de respeto a los científicos y de traslación de conocimientos se produjo en el Reino Unido durante la última Gran Guerra. En un momento de emergencia nacional, Winston Churchill le dio el poder y la confianza para descifrar los códigos nazis al Dr. Turing, en vez de dárselo a un amigo contraalmirante. Churchill perdió las elecciones tras la guerra, pero, naturalmente, peor hubiera sido perder la guerra.

En resumen, a pesar del tiempo transcurrido y de los vaivenes mencionados, aún no se ha conseguido el encaje de los científicos con el sistema de gestión, tanto en relación con las estructuras administrativas de soporte (ministerios o departamentos públicos asignados a la gestión del conocimiento científico), como cuando el sistema de ciencia se integra en

² N. del A.: recuerdo mucho lo que le dolió a Margarita esta discriminación por su edad y que la opinión de los gestores predominara sobre la razón científica.

cualquier otra estructura administrativa (Ministerios de Economía y Educación, principalmente). Existe una desconfianza mutua mala para los científicos y para los gestores, pero, sobre todo, muy mala para el país. Ha llegado el momento de dejar de discutir sobre si son galgos o si son podencos para mejorar sensiblemente el panorama nacional de la ciencia y su gestión.

4. Conclusiones

1. El nivel científico y de gestión del CSIC pueden servir de modelo para otras instituciones. En todo caso, es imprescindible mejorar el nivel y la calidad de la ciencia en España, empezando por destinar a ella más recursos económicos y aplicando una mejor gestión para su desarrollo.
2. Asimismo, es necesario internacionalizar y externalizar más la actividad de los centros. La endogamia tradicional, especialmente en algunos centros, es en general muy negativa.
3. Debe aplicarse todo el esfuerzo posible en mejorar la investigación traslacional (patentes, transferencia de conocimiento, desarrollo de productos, etc.), además de aumentar la contratación de personas capacitadas y mejorar su formación.
4. Los mayores recursos disponibles deben asignarse en función del mérito, la capacidad y el conocimiento, y la gestión científica ha de ponerse al servicio de tales criterios, facilitando al máximo las tareas y actividades de los investigadores.
5. Habría que impulsar, adicionalmente, las asociaciones de científicos independientes trabajando en España. El trabajo de la Fundación Alternativas y la AEAC son buenos ejemplos que deberían exportarse a los diversos ámbitos de la actividad científica.

Bibliografía

- Preston, P. (2019). *Un pueblo traicionado. España de 1874 a nuestros días: corrupción, incompetencia política y división social*. Madrid: Editorial Debate.
- Romero de Pablos, A. (2011). *Biografía de una patente: vidas en construcción*. Instituto Filosofía-CSIC.
- Romero de Pablos, A. (2019). Una historia material de la ciencia y la tecnología: domesticación, laboratorios y registros. *ArtefaCToS. Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología*, 8(1), pp. 82-96. <https://doi.org/10.14201/art2019818296>

8. Capital humano y retención del talento en España

Bruno Estrada López

1. Introducción

Resulta indudable que la evolución del capital humano de un país es un elemento básico para su progreso. Ello es particularmente relevante en una situación de aceleración del cambio productivo, pues, como se manifiesta en el informe *El futuro del trabajo*, presentado en el World Economic Forum de Davos en 2016, “la mitad de los empleos que se demandarán en el futuro aun no existen” (WEF, 2016a).

Algunos análisis simplistas —que intentan convertirse en una especie de ley natural contra la que no cabe oponerse— consideran que el crecimiento del desempleo y la creciente desigualdad laboral y social vienen determinados por la incorporación de nuevas tecnologías.

Sin embargo, durante los siglos XIX y XX también experimentamos profundas transformaciones —al pasar de una estructura productiva agraria en un entorno rural a una estructura productiva industrial y de servicios en un entorno urbano— con resultados netamente positivos en términos de calidad y condiciones de vida para la inmensa mayoría de la población.

Es cierto que los cambios tecnológicos siempre afectan al empleo; resulta evidente que algunos empleos serán sustituidos por

máquinas y que los trabajadores que los ocupaban tendrán un alto riesgo de perder su puesto de trabajo, especialmente si se producen disrupciones tecnológicas profundas. Debemos ser conscientes de que la innovación tecnológica, y particularmente la digitalización, tendrá impactos profundos en la organización del trabajo y el diseño del propio trabajo, aunque más en unas actividades que en otras.

Pero en términos históricos, también es cierto que estos cambios tecnológicos generan incrementos globales de la productividad que dan lugar a nuevas demandas y nuevos empleos. Por eso, no se puede afirmar que la aparición de nuevas tecnologías genera un desempleo masivo.

Asimismo, si bien en el pasado fueron las propias empresas el ámbito principal en el que se tomaron las decisiones determinantes sobre los cambios tecnológicos, resulta inaceptable que, en las sociedades complejas, desarrolladas y democráticas del siglo XXI, estos sean dirigidos exclusivamente desde un punto de vista microempresarial, como sucedió en el siglo XIX —con los enormes costes y conflictos sociales que ello originó—.

Para que el ritmo de incorporación de las nuevas tecnologías sea definido por las preferencias del conjunto de la sociedad, evitando

que venga determinado solo por las tasas de rentabilidad que esperan obtener los inversores, es necesario: 1) una participación real de la ciudadanía en la adopción de los cambios, 2) adecuadas regulaciones y 3) mecanismos que institucionalicen que las opiniones de los trabajadores sean tenidas en cuenta en las propias empresas.

A menudo se olvida que el cambio tecnológico solo incide positivamente en el crecimiento económico si lo hace a la vez sobre la oferta y la demanda —mejorando la productividad y creando nuevos hábitos de consumo—, pero también si se genera un reparto equitativo de la productividad que permita que todos los ciudadanos (y no solo los rentistas de capital y los trabajadores más cualificados) accedan a la demanda de esos nuevos productos y servicios. No solo hay que analizar cómo aumenta la productividad derivada del cambio tecnológico, sino también cómo se reparten esos incrementos para que no haya perdedores y se beneficie toda la sociedad.

Dean Baker, codirector del Center for Economic and Policy Research (CEPR) de Washington D.C., considera que la excesiva atención que se presta a la digitalización como causa de la pérdida de puestos de trabajo tiene como objetivo evitar que se analicen las causas reales del deterioro de las condiciones de vida de millones de trabajadores que no son tecnológicas, sino políticas, derivadas de las medidas tomadas desde los años ochenta para debilitar el poder de negociación de los trabajadores. No es la revolución digital, sino la contrarrevolución neoliberal, según Baker, la causante de la creciente precariedad y de los altos índices de desempleo actuales de algunos países (Baker, 2015).

En términos de país, resulta indudable que la capacidad de posicionarse en dichos cambios en un espacio económico cada vez más global dependerá de la calidad de su capital humano y de la capacidad de atraer y retener talento.

2. Nivel de cualificación del capital humano español

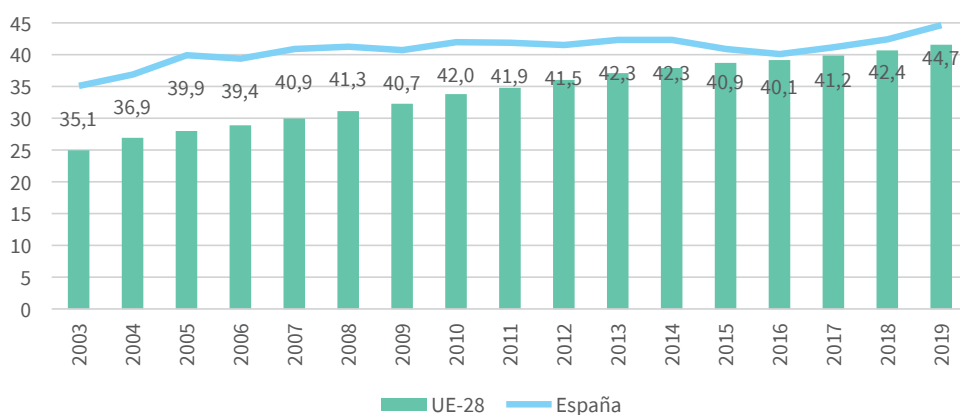
Al analizar los datos sobre el capital humano de las jóvenes generaciones (**Gráfico 1**) de nuestro país aparece cierto grado de contradicción, por lo que merece la pena profundizar en su análisis:

1. Según el Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) para el año 2020¹, España ocupa el puesto número 16 en la UE-28 en el apartado que mide el capital humano, habiendo subido un puesto en la clasificación sobre los dos años anteriores.

El porcentaje de especialistas en TIC sobre el total del empleo alcanzó el 3,2%, aproximándose a la media de la UE, un 3,9%. El porcentaje de titulados en TIC de España también aumentó y actualmente representa el 4% de todos los titulados, por encima de la media de la UE, un 3,6%.

Estas cifras resumen la paradójica situación del capital humano de nuestro país en comparación con la UE: nuestra posición es mejor en la formación de los jóvenes en nuevas tecnologías que en su inserción laboral.

¹ Disponible en: https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_OBSAE/Posicionamiento-Internacional/Comision_Europea_OBSAE/Indice-de-Economia-y-Sociedad-Digital-DESI-.html

Gráfico 1. Evolución del porcentaje de personas (30-34 años) con educación superior en España (2003-2019)

Fuente: elaboración propia a partir de los datos estadísticos de Eurostat (EDAT_LFSE_03).

2. Esto se observa también en otros indicadores más globales. La tasa bruta de matriculación universitaria² es superior, desde hace muchos años, a la media de la UE-28. En 2016 la tasa de matriculación en España fue de un 49,1% frente al 43,1% de la UE-28, según el análisis que hace la CRUE sobre la contribución socioeconómica del sistema universitario español (SUE) (2020).

El porcentaje de España es similar al de Bélgica (49,2%) y Dinamarca (51%), y claramente superior al de Alemania (44,9%), Suecia (43,7%), Italia (42,3%) y, sobre todo, Francia (35,6%).

Por tanto, en lo que se refiere a educación superior, España ocupa una buena posición. Como se recoge en el **Gráfico 1**, en 2019 un 44,7% de la población con edades

entre los 30 y 34 años tenía educación superior, tres puntos por encima de la media europea UE-28, que en ese año fue de un 41,6%. En principio estos datos inducen a una valoración positiva del grado de formación de los jóvenes españoles.

Sin embargo, estos datos contrastan con otros muy negativos, como el alto grado de abandono escolar temprano en nuestro país y el descenso absoluto y relativo de los matriculados universitarios en áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

3. España es uno de los países de la UE-28 que presenta una mayor tasa de abandono escolar, de acuerdo con los datos que facilita Eurostat, aunque la situación ha mejorado sustancialmente desde el año 2002. Desde 2016 a 2019, la evolución de la tasa de abandono escolar de UE-28 ha pasado de un 10,7% a un 10,3%, mientras que en nuestro país (que está en tasas mu-

² Proporción de estudiantes matriculados en titulaciones de grado y primer y segundo ciclo sobre el total de la población entre 18 y 24 años.

cho más elevadas), en ese mismo periodo, se redujo de un 19% a un 17,3%. Irlanda, Grecia y Suiza llegan a tener tasas de entre el 4 y el 5%.

Sin embargo, merece la pena analizar las tasas de abandono educativo temprano por CC. AA., ya que existe una enorme disparidad regional.

Como se observa en la **Tabla 1**, en 2018 algunas CC. AA. —País Vasco y Cantabria— tienen tasas de abandono escolar temprano

incluso inferiores a las de la UE-28, y otras tienen tasas solo ligeramente superiores —Navarra, Asturias, Castilla León, Galicia y Madrid—. Mientras, Andalucía, Illes Balears, Castilla-La Mancha, Comunitat Valenciana, Extremadura y Murcia superan la media de España y duplican la media europea.

Resulta interesante observar que la inmensa mayoría de las CC. AA. con alto abandono escolar temprano tienen una estructura económica en la que el peso del sector turístico de temporada es muy importante, así como de las actividades agrícolas, que también son muy estacionales.

En caso de Canarias es específico, ya que el sector turístico no es estacional como en el Levante y Baleares, sino que se desarrolla durante todo el año —de hecho, la época de máxima ocupación es la invernal—.

Es decir, aquellas actividades productivas que cada primavera demandan mano de obra joven no cualificada tienen un efecto determinante en el abandono escolar en importantes partes de nuestro país. La actual especialización productiva de algunas de nuestras regiones es un factor determinante en estas altas tasas de abandono escolar. Es significativo que la reducción del abandono escolar temprano se acentuara a partir de 2009, ya que la crisis del sector de la construcción impidió que se repitieran las situaciones del pasado; durante el “boom inmobiliario” de la primera década del siglo XXI, miles de estudiantes de formación media-baja abandonaron sus estudios para obtener salarios bastante elevados en este sector.

4. En relación con la evolución de los estudiantes en estudios STEM en los últimos

Tabla 1. Abandono educativo temprano de la población de 18 a 24 años por CC. AA. (2018)

	Porcentaje
Total	17,9
Andalucía	21,9
Aragón	15,8
Asturias, Principado de	12,6
Balears, Illes	24,4
Canarias	20,9
Cantabria	9,8
Castilla y León	13,9
Castilla-La Mancha	20,5
Cataluña	17,0
Comunitat Valenciana	20,2
Extremadura	20,9
Galicia	14,3
Madrid, Comunidad de	14,4
Murcia, Región de	24,1
Navarra, Comunidad Foral de	11,4
País Vasco	6,9
Rioja, La	17,1
Ceuta	23,4
Melilla	29,5

Fuente: INE.

cuatro años, se puede apreciar una reducción de 9.945 estudiantes desde el curso 2015/16 hasta el curso 2018/19.

En términos relativos, entre 2015 y 2019 el número de estudiantes STEM ha disminuido en un 4,2%, prácticamente el doble que el descenso del número total de estudiantes del sistema universitario español, un 2,15%. Consecuentemente el volumen de estudiantes STEM se ha reducido de un 18,1% en el curso 2015/2016 a un 17,7% en el curso 2018/19 (**Tabla 2**).

No obstante, esta disminución está originada por el acusado descenso de los estudiantes en las ingenierías (15,72%), mientras que en el resto de los estudios aumenta el número de matrículas: ciencias (2,7%), informática (17,2%) y matemáticas y estadística (25,48%).

Llama la atención este descenso en las ingenierías, ya que no está en consonancia con el vertiginoso desarrollo tecnológico de

las sociedades, en plena revolución digital, que demandan y necesitan, cada vez con mayor premura, más profesionales STEM.

Por otro lado, si se considera la ratio entre graduados STEM y la población joven, de 20 a 34 años, a escala regional, las CC. AA. que más sobresalen en términos positivos son Madrid, el País Vasco y Navarra (Fundación CyD, 2018), lo que está relacionado, indudablemente, con un tejido productivo con un mayor peso del sector industrial y con mayor capacidad de generación de valor añadido.

Más preocupante resulta la información ofrecida por Eurostat y el *Informe CYD 2018* sobre la distribución de los estudiantes de grado, máster y doctorado considerando 10 grandes áreas de conocimiento. En esta estadística, que se puede observar en la **Tabla 3**, se incorporan las ciencias naturales, la arquitectura y la construcción a los estudios STEM (CTIM en español). Aunque en esa

Tabla 2. Peso de los estudios STEM en el sistema universitario español

Curso	2018/19	2017/18	2016/17	2015/16
Ciencias (*)	32 697 (2,53%)	31 788 (2,47%)	31 987 (2,45%)	31 835 (2,50%)
Ingenierías	133 312 (10,08%)	165 053 (10,36%)	144 764 (11,24%)	154 148 (11,91%)
Informática	49 839 (3,85%)	46 561 (3,62%)	44 388 (3,41%)	42 520 (3,22%)
Matemáticas y estadística	13 849 (1,07%)	12 360 (0,96%)	11 663 (0,89%)	11 037 (0,84%)
Total estudiantes STEM	229 595	225 762	232 802	239 540
Total estudiantes en el SUE	1 293 892	1 287 791	1 303 252	1 321 698
% STEM	17,74	17,53	17,86	18,12

*Sin incluir las ciencias de la vida. Entre paréntesis, el porcentaje con respecto al número total de estudiantes del SUE.

Fuente: CRUE (2020).

Tabla 3. Comparación internacional siguiendo la división del conocimiento en grandes áreas utilizada por EUROSTAT (2017)

	Alemania	Francia	Italia	Reino Unido	España	Media UE
Área de conocimiento	% con respecto al total de su sistema universitario					
Ciencias naturales, matemáticas y estadística	10,3	11,4	7,8	16,6	6,5	8,6
Tecnología de la información y comunicación	6,8	3	1,6	4,5	3,3	4,4
Ingeniería, manufactura y construcción	20,4	10,8	15,8	9,4	13,6	15,1
Total	37,5	25,2	25,2	30,5	23,4	28,1

Fuente: Eurostat.

clasificación no es posible desagregar los estudios STEM, los datos sí permiten comparar la situación entre España y la UE-28.

En nuestro país, el porcentaje de estudiantes en las áreas consideradas en los estudios STEM ampliados con respecto al número total de estudiantes en cada país es inferior, en 4,7 puntos, a la media de la UE, y está muy alejada de Alemania, por 14,1 puntos, y de Reino Unido, por 7,1 puntos; unos datos más que preocupantes.

En el grupo de licenciaturas de ciencias naturales, matemáticas y estadística y en el de tecnologías de la información y la comunicación es donde el diferencial con la media europea es mayor. En ambos grupos, la proporción de estos estudiantes en España sobre el total de estudiantes universitarios es inferior en un 25% a la media de la UE-28. En ciencias naturales, matemáticas y estadística nuestra proporción de estudiantes es muy inferior a la del Reino Unido (apenas representa un 39%), y a la de Francia (tan solo un 57%). En tecnologías de la información y la comunicación, nuestra proporción es la mitad respecto a la de Alemania.

Estos datos hay que relacionarlos con el alto porcentaje de licenciados universitarios que en nuestro país desempeñan puestos de trabajo que requieren menor cualificación de la que ellos poseen. Es decir, que tenemos una elevada sobrecualificación de muchos jóvenes trabajadores, teniendo en cuenta las cualificaciones que requieren las empresas españolas, que vienen determinadas por su estructura productiva.

También deben relacionarse las cifras anteriores con las elevadas tasas de desempleo de los titulados universitarios en España, que a finales de 2012 y principios de 2013 superaron el 16% (González y Martínez, 2018). En la actualidad la tasa de paro de personas con titulación universitaria en nuestro país está situada en un 9%³, más del doble de la media de la UE, un 4,1%. La tasa de paro de los jóvenes españoles de 25 a 29 años con educación superior es actualmente de un 15,6%.

³ Datos del INE del primer trimestre de 2019.

3. ¿Sobrecualificación de los jóvenes o descualificación del tejido productivo?

Las elevadas tasas de sobrecualificación de España en 2019 el 36,3% de los ocupados desempeñaban trabajos por debajo de su nivel de cualificación⁴— estarían mostrando, pues, que el esfuerzo en mejora del capital humano que realiza la sociedad española en su conjunto (fundamentalmente a través del sistema educativo público) no es suficientemente aprovechado por el sistema productivo, sobre todo en las pequeñas y medianas empresas.

Esto es lo que muestran los datos que ofrece Eurostat para 2019 (**Tabla 4**) sobre la proporción de recursos humanos dedicados a ciencia y tecnología (HRST, en sus siglas en inglés) en relación con el total de población activa. España se sitúa por debajo de la media de la UE-28 —un 46,5% frente a un 48,5%—, al nivel de Letonia y Polonia y, lo que es más preocupante, en porcentajes muy inferiores a los países europeos más desarrollados; más de diez puntos por debajo de Suecia, Finlandia, Suiza, Noruega, Reino Unido, Islandia, Dinamarca e Irlanda.

Esta situación no es coyuntural, sino que es consecuencia de la reducción drástica de la complejidad de nuestra estructura productiva, una tendencia muy preocupante iniciada hace dos décadas, como muestra el **Gráfico 2**, que reproduce la evolución de España en el Índice de Complejidad Económica de 1998 a 2018 (ICE)⁵.

⁴ Datos del INE del segundo trimestre de 2019.

⁵ Elaborado por el Observatorio de Complejidad Económica del MIT Media Lab, perteneciente al Instituto de Tecnología de Massachusetts.

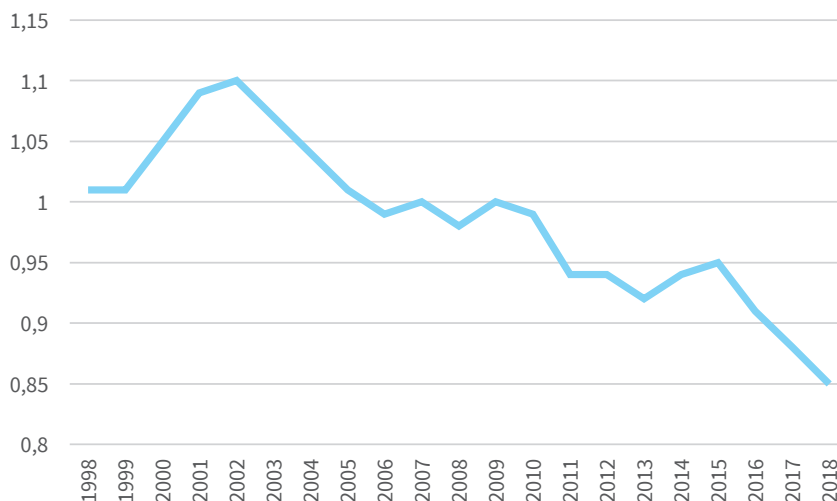
Tabla 4. Recursos humanos en ciencia y tecnología (HRST) como porcentaje de la población activa (2019)

	Porcentaje
UE-28	48,5
Suecia	60,7
Finlandia	59,9
Suiza	59,6
Noruega	59,3
Reino Unido	59,1
Islandia	59
Dinamarca	58,2
Irlanda	58
Bélgica	54,6
Estonia	53,6
Francia	53,4
Lituania	51,9
Austria	51,1
Alemania	50,3
Letonia	46,8
España	46,5
Polonia	46

Fuente: Eurostat.

Este índice intenta medir cuestiones relativas a la calidad de los productos que no se obtienen mediante las tradicionales estadísticas de comercio exterior. En términos productivos no es lo mismo exportar naranjas que motores de aviones. Los productos y servicios complejos, como los motores de aviones, son el resultado de un fuerte entramado de trabajadores cualificados, empresas innovadoras e instituciones públicas de I+D+i.

La evolución del ICE en España en los últimos cincuenta años es muy preocupante, ya que su valor en 2014 es similar al de 1964,

Gráfico 2. Índice de Complejidad Económica de España (1998-2018)

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Observatory of Economic Complexity (OEC).

indicando una clara tendencia hacia una menor diversificación productiva en los últimos veinticinco años. Esto no quiere decir que, en términos absolutos, la complejidad de las empresas españolas de hoy sea la misma que la de hace cincuenta años, pero sí que, en comparación con otros países desarrollados, hemos perdido posiciones en términos relativos.

También desde los años noventa hemos asistido a una progresiva desindustrialización de nuestra economía. En 1995 el valor añadido bruto (VAB) industrial representaba el 20% del PIB a precios corrientes, mientras que en 2019 se situó en un escaso 14,9%.

La principal causa de esta preocupante evolución de nuestra complejidad productiva —y del peso de la industria en la economía— hay que buscarla en el decreciente compromiso de los accionistas con sus empresas, que se

muestra en la evolución de la relación entre la inversión neta y los beneficios.

En 2014, las sociedades no financieras (SNF) dedicaron a la inversión solo 0,3 euros por euro de beneficio (Salas-Fumás y Santillana, 2016). Esta cifra es muy inferior a la de años anteriores: en 2004-2007 alcanzó una relación de 2,5 euros de inversión por euro de beneficio.

La consecuencia de la reducción de los beneficios reinvertidos en los últimos años es que la tasa de crecimiento anual del *stock* de capital productivo ha caído en los últimos años de forma estrepitosa: de una media de crecimiento anual del 5-6% en el periodo 1998-2007 a incrementos inferiores al 2% a partir de 2010. En los años sesenta y setenta, la tasa de incremento anual de capital productivo, excluidas las viviendas, llegó a alcanzar el 10%.

Estos datos explican que nuestros niveles de productividad del capital sean de los más bajos de los países desarrollados (Pérez García *et al.*, 2019).

La escasez de nuestro capital productivo y su baja productividad son los elementos básicos que explican la baja productividad total de las empresas españolas, sobre todo de las pequeñas —hay que recordar que la estructura empresarial de nuestro país se caracteriza por su atomización—.

Por tanto, para avanzar hacia una “economía de mayor productividad”, es imprescindible impulsar el esfuerzo inversor privado que incrementa tanto el capital físico de la empresa como la innovación tecnológica. Resulta evidente que no se puede responsabilizar de la baja productividad de las empresas españolas a la cualificación de las nuevas generaciones de trabajadores.

Sin embargo, esta no ha sido la dinámica empresarial que han venido impulsando los Gobiernos de España. Desde la crisis de 2008-2009 hasta 2019 se ha venido aplicando una política de devaluación salarial y de recortes en el gasto público en I+D+i que ha acentuado el deterioro tecnológico de nuestro tejido productivo (ver en el **Gráfico 2** la evolución del ICE tras 2010).

Buscar una mejora de la competitividad de las empresas principalmente vía precios se ha demostrado una estrategia errónea, ya que solo ha incentivado nuestra especialización en la fabricación de productos homogéneos y estandarizados, que compiten principalmente en costes, produciendo un incremento de los trabajadores precarizados, descualificados y mal remunerados.

Tal como indicó Joseph Stiglitz (1987) en su artículo “The causes and consequen-

ces of the dependence of quality on price”, publicado hace ya treinta años, en los mercados de bienes superiores —aquellos cuya demanda no se reduce cuando aumenta su precio— la búsqueda de competitividad vía reducción de precios y costes de producción no es una garantía de que las empresas eliminen a los competidores con mayores precios y salarios y, por tanto, aumenten su cuota de mercado.

El desarrollo de los mercados de bienes superiores también tiene efectos importantes en los mercados de trabajo, nos dice Stiglitz. En países con un elevado porcentaje de consumo de bienes superiores, las bajadas de los salarios no reducen sustancialmente el desempleo, ya que el resultado de esas políticas es el empobrecimiento de la clase media y una consiguiente contracción de la demanda sofisticada, lo que genera más desempleo, principalmente en sectores cualificados.

Las experiencias, durante las dos últimas décadas, de la República Checa, Singapur y Corea del Sur muestran cómo algunos países emergentes han impulsado inteligentes y efectivas actuaciones de política industrial que han permitido que sus empresas sean competidoras de primer nivel con las empresas de los países desarrollados en multitud de sectores complejos que fabrican bienes superiores, incluso en algunos que son muy intensivos en tecnología.

También hay que tener en cuenta que las dificultades de las empresas españolas para generar valor y empleo sostenible (Huerta, 2016) tienen una clara vinculación con la calidad de las prácticas de dirección de las empresas, lo que a su vez está interrelacionado

con la baja productividad del capital que ya se ha mencionado.

Como consecuencia de ello —y de las erróneas medidas de política económica, austeridad fiscal y devaluación salarial tomadas a partir de 2010—, España puede considerarse hoy como un país desarrollado en declive. Los elementos que permiten clasificar así a nuestro país son:

- Un crecimiento económico inestable y fluctuante.
- La competitividad de sus empresas está basada en gran medida en bajos costes laborales de actividades industriales homogéneas, o de servicios de baja cualificación (como el turismo masivo, la hostelería o el comercio).
- El Estado tiene un peso cada vez más reducido en la actividad económica, siendo incapaz de desarrollar lo que Mariana Mazzucato (2019) denomina el papel de “Estado emprendedor” como motor del desarrollo económico inclusivo y medioambientalmente sostenible.
- Los salarios, principalmente entre los trabajadores jóvenes que se incorporan al mercado de trabajo por primera vez o los que se reincorporan tras haber estado en paro, son cada vez más bajos, lo que limita una mayor sofisticación de la demanda.
- Las relaciones laborales son cada vez más autoritarias y, por tanto, más conflictivas.
- Hay un crecimiento de la desigualdad social.
- Existe una elevada sobrecualificación de los trabajadores, lo que supone que se exportan trabajadores cualificados para que generen riqueza en otros países, algo propio de países poco desarrollados.

4. Sobrecualificación y dificultad de retención del talento: emigración del conocimiento

Frente a esta realidad de sobrecualificación de los jóvenes trabajadores, resulta inaudito el mantra del discurso empresarial de que “nuestros sistemas adolecen de un grave problema de falta de ajuste entre la cualificación demandada por el mundo empresarial y la que ofrecen nuestros jóvenes”⁶. Algo que la realidad tozudamente rebate: la tasa de paro universitario en España duplica la media europea y uno de cada tres licenciados universitarios desempeñan puestos de trabajo que requieren menos cualificación de la que tienen.

Además, en España el porcentaje de población mayor de 18 años con estudios universitarios en riesgo de pobreza llegó a alcanzar el 15,3% en 2014, y en 2018 todavía alcanzaba el 12,6%⁷, por encima de la media de la UE-28 (10,9%) y muy superior a la de Finlandia (6,9%), Bélgica (8,4%) o Francia (8,5%).

Cuando los empresarios se escudan en las deficiencias de la educación formal, suele ser una forma de escabullirse de sus responsabilidades. Son las empresas las que en muchos casos no cubren las expectativas de salarios y carrera profesional de los jóvenes licenciados, de acuerdo con el esfuerzo formativo que han realizado.

⁶ En palabras de Pablo Isla, presidente de Inditex, en la Cumbre Empresarial de la CEOE de junio de 2020. Ver: <https://www.elmundo.es/economia/2020/06/26/5ef4f2cb21efa02c5a8b45f0.html>

⁷ Los últimos datos disponibles de Eurostat son de 2018.

Para tener un tejido empresarial de mayor productividad, resulta imprescindible un mayor esfuerzo formativo de las empresas, incrementando el tiempo de formación en las mismas. De esa forma se garantizará la especialización que requiere un mundo productivo cada vez más dinámico.

En este sentido merece la pena recordar el preocupante dato de que nuestro país está en el puesto 85 en relación con la inversión de las empresas en capacitación y desarrollo de empleados, por detrás no solo de los principales países desarrollados sino también de Azerbaiyán, Namibia, Kenia, Camboya, Mali, Ghana, Nigeria o Laos (WEF, 2016b). En relación con los países escandinavos la inversión de las empresas españolas en formación de los trabajadores es inferior, de media, en un 29% (Huerta y Salas-Fumás, 2014).

En España nos movemos en un volumen de formación de 17 horas por trabajador/año, mientras que en Alemania se invierten 50 horas y las empresas líderes en el mundo dedican entre 80 y 85 horas por trabajador/año.

Es cierto que en la actualidad muchas de las nuevas demandas de calificación tienen dificultades para ser abordadas por las actuales estructuras de la educación formal universitaria por los tiempos que requieren los cambios curriculares. Pero, en ningún sitio está escrito que la universidad pública, que ofrece una enseñanza de gran calidad, no tenga capacidad de adaptación.

Como indica la **Tabla 5**, uno de los principales problemas de nuestro país en relación con el capital humano no parece estar vinculado a la educación dentro del sistema reglado, sino a la incapacidad de retener el talento debido a los menores salarios, a lo reducido

Tabla 5. Calidad de la universidad y capacidad para atraer o retener el talento

País	Calidad de la universidad	Capacidad para atraer o retener el talento
Suecia	20	18
Finlandia	20	25
Italia	8	80
España	12	64
Brasil	13	63
Argentina	15	58
Turquía	18	75
Colombia	20	59
Grecia	38	95

Fuente: World Economic Forum (2018).

de las expectativas profesionales y a la escasa formación recibida en la empresa.

Los datos son muy esclarecedores en este sentido: tener una universidad de calidad no es sinónimo de capacidad para atraer y retener el talento. La calidad de la universidad española es superior a la de Suecia y Finlandia, pero no nuestra capacidad de incorporar ese conocimiento al tejido productivo, que depende de otros condicionantes que se han comentado. Nuestra situación en ambas cuestiones es más parecida a la de Brasil y Argentina.

En todo caso, parece imprescindible promover un vínculo mayor entre las instituciones y centros educativos y las empresas, con la participación de los trabajadores en el diseño de la formación, ya que de esta forma se pueden ofrecer respuestas más flexibles y rápidas. Y siempre con una suficiente dotación de becas públicas que no convierta la enseñanza de postgrado en un filtro social.

Otro de los principales retos de las empresas para incrementar su productividad es aumentar los salarios de los trabajadores con alta cualificación, mejorar sus condiciones de trabajo y aumentar la participación del conjunto de los trabajadores en la gestión estratégica de la empresa. De esta forma incentivarían que los jóvenes estudiantes opten por unas profesiones que exigen un elevado esfuerzo de formación que, en muchos casos, no es compensado adecuadamente por el tejido empresarial español.

Hay que tener en cuenta, como se puede ver en la **Tabla 6**, que en muchos países de la UE el ingreso mediano de los trabajadores con estudios universitarios es muy superior al de España: un 71% en Dinamarca, un 49% en Irlanda y

Tabla 6. Ingreso mediano equivalente trabajadores de 18 a 64 años por nivel formativo en 2018 (en € anuales)

	Educación terciaria	España base=100
UE-28	23 732	114
España	20 893	100
Francia	27 036	129
Alemania	28 728	138
Italia	23 296	112
Suecia	30 789	147
Bélgica	30 644	147
Dinamarca	35 774	171
Irlanda	31 068	149
Holanda	30 743	147
Finlandia	31 155	149
Reino Unido	28 046	134

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Eurostat.

Finlandia, un 47% en Holanda, Bélgica y Suecia, un 38% en Alemania, y un 29% en Francia.

Como consecuencia, no resulta extraño el elevado volumen de universitarios que emigran. Los datos disponibles sobre la emigración de jóvenes españoles a partir de la crisis de 2008-2009 lo ponen de manifiesto:

- Según Izquierdo, Jimeno y Lacuesta (2014), en base a los datos de la EPA, el 54% de los emigrantes son universitarios, un 54% son menores de 30 años y un 40% tienen entre 31 y 45 años.
- En la encuesta “Emigrando en tiempos de crisis” (Fernández y Alba, 2020), la principal razón para emigrar expresada por los jóvenes españoles era que “no veía futuro para mí en el país” (un 53% en respuesta múltiple), mientras que un 33% alegaba que “estaba en paro”, y un 32% que lo hacía “para mejorar mi formación”. Parece claro que dos de cada tres jóvenes que emigraron de nuestro país lo hicieron por razones económicas.
- El 48% de los jóvenes españoles emigrados estaba en situación de desempleo, y un 27% en contratación laboral precaria, contrato temporal o sin contrato. Solo un 25% tenía un contrato indefinido. Su situación laboral mejoró sustancialmente en los países de destino, un 46% obtuvo un contrato indefinido, y solo un 22% estaba en desempleo.
- Al menos un 70% de los jóvenes emigrados cobraban un salario superior al salario medio de España, que en 2012 era de unos 1 639 euros mensuales⁸, un 15,3% inferior a la media de la UE.

⁸ Según datos del Monitor Adecco de oportunidad y satisfacción en el empleo. Disponible en: <https://>

Desgraciadamente, ni la universidad ni los centros públicos de I+D ofrecen tampoco en la actualidad un panorama ilusionante para los jóvenes licenciados en nuestro país: “La reducción de efectivos, la precariedad en la contratación y el empeoramiento de las condiciones de trabajo (...) dificultan el retorno de docentes e investigadores universitarios” (Fernández y Alba, 2020).

En 2017, el 43,2% del personal del CSIC era temporal, porcentaje que dobla la media nacional, que ya es una de las más elevadas de Europa. En el caso de los titulados universitarios, la temporalidad asciende hasta el 74,3% (Fernández y Alba, 2020).

Por último, hay que tener en cuenta que todas las compañías de alta tecnología que han tenido éxito en EE. UU. en los últimos veinte años han tenido una importante participación de los trabajadores en su capital. Gran parte de las ventajas comparativas más relevantes de las empresas proceden de su interior y forman parte del grado alcanzado de sus consensos internos, entre los que constituye un factor fundamental la mayor implicación y motivación de los trabajadores, sobre todo en los procesos en los que aportan mayor conocimiento. Los efectos económicos y laborales de este tipo de soluciones son muy positivos:

1. Para los trabajadores suponen mayores ingresos, mayor estabilidad laboral y mayor satisfacción personal en el trabajo realizado, lo que incrementa la motivación.
2. Para las empresas incrementan la reinversión de beneficios, las hacen menos

dependientes de flujos exteriores cortoplacistas, permiten una mayor adaptación a situaciones de crisis, y mejoran la innovación, el trabajo en equipo, un menor absentismo y una mayor permanencia de los trabajadores en la empresa.

3. Asimismo, en términos sociales, generan una distribución más equitativa de la renta y riqueza en el territorio, menor desempleo y menores riesgos de deslocalización, incrementando el capital social.

5. La comparación Suecia-España: un ejemplo de políticas muy diferentes

La comparación de la situación de España y Suecia es paradigmática al poner todos estos aspectos de manifiesto. Es indudable que Suecia es un país más rico que España: su PIB per cápita en PPA⁹ fue un 31,8% superior al de nuestro país en 2018.

Pero lo interesante es conocer cuáles son las causas de esa mayor riqueza; y resulta evidente que la mayor cualificación de los trabajadores es una de las principales. Suecia, según el Índice de Competitividad Global (WEF, 2018), está en el puesto número 7, mientras que España está en el puesto 34, como se puede observar en la **Tabla 7**. Suecia es uno de los países europeos que más ha avanzado en la digitalización de su economía y es el país de la UE-28 que mayor volumen de trabajadores HRST incorpora a la actividad productiva —un 60,7% de la población activa frente al 46,5% de nuestro país—. El porcentaje de

www.adecco-institute.es/informes/monitor-adecco-de-opportunidades-y-satisfaccion-en-el-empleo/

⁹ Paridad de poder de compra.

Tabla 7. Renta per cápita de Suecia y España, posición en el Índice de competitividad y cualificación de los trabajadores

	Suecia	España
PIB per cápita PPA (2018) en \$	53 807	40 483
Puesto en el Índice Competitividad Global (2017)	7	34
Puesto en función del empleo intensivo en Conocimiento*	4	36
% trabajadores HRST sobre total población activa	60,7%	46,5%
% trabajadores de las categorías 1, 2 y 3 ISCO-08	50,4%	32,9%

*En función del porcentaje de trabajadores de las categorías 1, 2 y 3 (directivos, profesionales y técnicos) del ISCO-08 (International Standard Classification of Occupations).

Fuente: elaboración propia a partir de datos Banco Mundial, Foro Económico Mundial y Eurostat.

directivos, profesionales y técnicos (categorías 1, 2 y 3 según la ISCO-08) sobre el total de trabajadores en Suecia es de un 50,4%, frente a tan solo un 32,9% en España. Por ello, Suecia está en el cuarto puesto en el *ranking* mundial de empleo intensivo en Conocimiento, mientras que España está en el puesto 36.

Respecto al capital humano *actual* (WEF, 2018), Suecia se sitúa en el cuarto puesto y España en el 32, como se puede ver en la **Tabla 8**. Es decir, la relación entre el nivel de formación de los trabajadores españoles y suecos es similar a la relación de la posición competitiva de ambos países.

Sin embargo, la calidad de nuestra educación en matemáticas y ciencias no tiene un gran diferencial con Suecia, que está en el puesto 40, mientras que España se sitúa en el 59.

Incluso el conjunto de las universidades españolas, en el puesto 12, están por encima de las suecas, en el 20. Este dato debe observarse con cierta cautela, ya que hay varios indicadores de la calidad de las universidades que dan diferentes resultados. No obstante, el QS World University Ranking 2021, aunque reconoce la

mayor calidad de unas pocas universidades suecas (por ejemplo, Karolinska Institute, KTH Royal Institute of Technology, Lund y Uppsala), algunas de las cuales están entre las cien mejores del mundo, también pone de manifiesto que entre las mejores 350 universidades del mundo hay 10 españolas y 7 suecas.

En todo caso en este trabajo no se intenta hacer una evaluación de la calidad de la universidad española, sino poner de manifiesto que sus estándares de calidad son homologables con los de países más desarrollados que el nuestro. Resulta interesante que uno de los indicadores del *QS Ranking* en el que peor situadas están las universidades españolas sea en la ratio profesor/alumnos.

Por otro lado, al analizar los datos sobre el capital humano *futuro*, se observa que las mayores diferencias se encuentran en la formación en el trabajo: Suecia está en el puesto 9 y España en el 61.

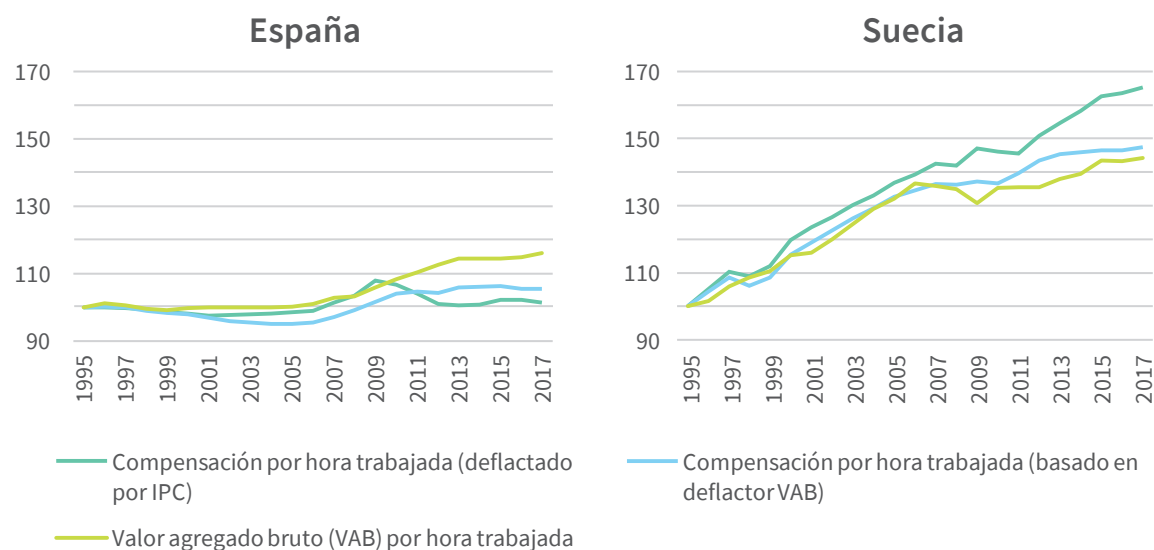
También se observan diferencias en la mayor capacidad de atraer y retener talento de Suecia, puesto 18, muy superior a la de España, puesto 64, debido a la diferente evolución

Tabla 8. Posición de Suecia y España en relación con el capital humano en 2017

	Suecia	España
Capital humano actual	4	32
Calidad de las universidades*	20	12
Calidad de la educación en Matemáticas y Ciencias	40	59
Habilidades digitales de la población	5	60
Capital humano futuro	14	36
Capacidad de atraer y retener talento	18	64
Formación en el trabajo	9	61

* Número de universidades incluidas en el QS World University Ranking 2017-2018.

Fuente: World Economic Forum (2018).

Gráfico 3. Evolución de la productividad y del salario por hora en España y Suecia (1995-2016)

El valor agregado bruto (VAB) a precios básicos por hora trabajada (por el total de personas empleadas) está deflactado utilizando el deflactor VAB. La media de la compensación por hora trabajada (por empleados) está deflactada utilizando el deflactor del VAB y el IPC del país. Índice 1995 = 100.

Fuente: reelaboración a partir de OCDE (2019)

de los salarios reales en ambos países en las últimas dos décadas.

Desde el año 1995 hasta el año 2016, los salarios reales en Suecia crecieron por encima de la productividad, como se puede ver en el **Gráfico 3**, mientras que, en ese mismo periodo, en España la productividad creció por encima de los salarios reales —excepto en los años 2008 y 2009, por la fuerte destrucción de empleo ocasionada por la crisis—.

Una visión neoclásica de la economía llevaría a la errónea conclusión de que, como resultado de ello, Suecia habría perdido competitividad frente a nuestro país. Algo que la realidad se ha encargado de desmentir de forma contundente. Hemos visto que Suecia, como resultado de las diferentes políticas económicas, industriales y salariales aplicadas, está muy por encima de España en el Índice de Competitividad Global (WEF, 2018).

Por tanto, como muestra este análisis comparativo entre Suecia y España los principales problemas del capital humano de nuestro país no están **vinculados principalmente a la educación** dentro del sistema reglado, sino a la dificultad de nuestro tejido productivo de atraer y retener el talento; es decir, principalmente, son fruto de decisiones empresariales en relación con la formación en la empresa, las condiciones de trabajo, las retribuciones, la carrera profesional y la propia participación de los trabajadores en la toma de decisiones estratégicas.

6. Conclusiones

1. Es necesaria una innovadora política industrial que apoye las estrategias empresariales basadas en ampliar la relación entre valor y coste de sus productos, no en fabricar productos homogéneos y estandarizados cada vez más baratos. Para ello hay que desarrollar ventajas competitivas como el diseño, la innovación, la calidad, el servicio o el tiempo de llegada al mercado, que permiten incrementar el valor del producto. Por eso cada vez cobra más relevancia el capital humano —los trabajadores— sobre el capital físico.
2. Sin una adecuada retribución del esfuerzo formativo realizado por los trabajadores será muy difícil que las empresas españolas retengan el talento necesario para cambiar el modelo productivo hacia producciones de alto valor añadido. Es necesaria una modernización de la organización del trabajo que la haga más eficiente y que fomente el aprendizaje colectivo en las empresas.
3. Para lograr esto, debe desarrollarse una relación de mayor confianza entre empresarios y trabajadores que incremente su capacidad para alcanzar consensos internos en los conflictos de intereses que surjan. Una negociación colectiva más equilibrada entre empresarios y sindicatos, que incluya como un pilar fundamental las cuestiones formativas y que cuente con recursos suficientes, reducirá el conflicto y la desconfianza.
4. Una profunda modernización de diseño institucional de las relaciones laborales que impulse mayores espacios de participación de los trabajadores, como muestra la experiencia de Suecia, es fundamental para crear un clima social que propicie la transmisión del conocimiento dentro de la empresa.

Bibliografía

- Baker, D. (2015). The job-killing robot myth. *Los Angeles Times* (6 de mayo de 2015). Disponible en: <https://www.latimes.com/opinion/op-ed/la-oe-baker-robots-20150507-story.html>
- Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) (2020). Informe SUE 2018: la Contribución Socioeconómica del Sistema Universitario Español. Disponible en: <https://www.crue.org/wp-content/uploads/2020/02/La-contribuci%C3%B3n-socioeconomica-del-sistema-universitario-espa%C3%B1ol-WEB.pdf>
- Fernández, A. y Alba, S. (2020). Emigrar después de la crisis. Crecimiento económico y nueva migración española. Madrid: Los Libros de la Catarata y Fundación 1.º de Mayo.
- Fundación Conocimiento y Desarrollo (2018). *Las universidades españolas. Una perspectiva autonómica*. Barcelona: Fundación CYD. Disponible en: <https://www.fundacioncyd.org/wp-content/uploads/2019/04/A-informe-autonomico.pdf>
- González Enríquez, C. y Martínez Romera, J. P. (2018). *Debilidades de la emigración española*. Real Instituto Elcano. Disponible en: http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/demografia+y+poblacion/ari6-2018-gonzalez-enriquez-martinez-romera-debilidades-emigracion-espana
- Huerta, E. (2016). La empresa española: Notas sobre sus dificultades para generar valor y empleo sostenible. *Revista de Economía* 4. Madrid: Colegio de Economistas.
- Huerta, E. y Salas-Fumás, V. (2014). Tamaño de las empresas y productividad de la economía española. Un análisis exploratorio. *Revista Mediterráneo Económico*, 25.
- Izquierdo, M., Jimeno, J. F. y Lacuesta, A. (2014). *Los flujos migratorios en España durante la crisis*. Boletín Económico del Banco de España. Septiembre, 2014.
- Mazzucato, M. (2019). El Estado emprendedor: mitos del sector público frente al privado. RBA Libros.
- OCDE (2019). Labour productivity and average labour compensation per hour, total economy: Selected OECD countries, GVA per hour worked and average hourly labour compensation, indices 1995=100. *Productivity and inclusiveness*. OECD Publishing, París. <https://doi.org/10.1787/6573d3c3-en>.
- Pérez García, F., Mas Ivars, M., Serrano Martínez, L. y Uriel Jiménez, E. (dirs.) (2019). *El stock de capital en España y sus comunidades autónomas: Evolución de la edad media de las inversiones y envejecimiento del capital*. Documento de trabajo 1/2019, Fundación BBVA. Disponible en: <https://www.fbbva.es/publicaciones/el-stock-de-capital-en-espana-y-sus-comunidades-autonomas-evolucion-de-la-edad-media-de-las-inversiones-y-envejecimiento-del-capital/>
- Salas-Fumás, V. y Santillana del Barrio, I. (2015). *Beneficios, ahorro e inversión de las SNF en España: 2000-2014 (Profits, Saving and Investment of Corporate Sector in Spain: 2000-2014)*. SSRN. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=2736739>
- Stiglitz, J. E. (1987). The causes and consequences of the dependence of quality on price. *Journal of Economic Literature*, 25(1), 1-48.

World Economic Forum (WEF) (2016a). *The Future of Jobs*. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

World Economic Forum (WEF) (2016b). *The Global Competitiveness Report 2016-2017*. Disponible en: <https://es.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2016-2017-1>

World Economic Forum (WEF) (2018). *Readiness for the Future of Production Report 2018*. Insight Report. Disponible en: <https://es.weforum.org/reports/readiness-for-the-future-of-production-report-2018>

9. Entre la esperanza y la amenaza: percepción de la innovación en España

Jorge Barrero

1. Introducción

Desde Schumpeter (1911) hasta la reciente actualización del Manual de Oslo por parte de la OCDE (2018), la innovación ha sido un fenómeno analizado y estudiado desde múltiples perspectivas. En realidad, el concepto de innovación ha mutado tantas veces como autores se lo han planteado. En la Fundación Cotec, coincidimos con Javier Echeverría (2017) en el carácter sesgado e incompleto de cualquier definición de innovación y en el uso instrumental que se hace del término en diferentes sectores y ámbitos.

Nuestra fundación se define como una organización orientada al análisis y la promoción de la innovación. Para minimizar el riesgo de desatender parte de ese compromiso, hemos querido entenderla de la manera más amplia e inclusiva posible: “todo cambio (no solo tecnológico) basado en conocimiento (no solo científico) que genera valor (no solo económico)”. Desconocemos cómo interpreta cada ciudadano el concepto de innovación, pero es muy posible que la mayoría de las definiciones particulares

puedan ser contenidas en esta. Más allá de hacer comprensivo el término, nuestra propuesta invita a cada individuo u organización a reconocerse como un potencial sujeto innovador. Rechazamos considerar a la sociedad como *usuaria pasiva* de la innovación: “cambio”, “conocimiento” y “valor” son tres elementos que han de ser interpretados en un contexto social, y en las tres dimensiones, la ciudadanía puede asumir un rol activo e incluso protagonista.

Con este enfoque, en 2017 Cotec decidió incorporar a sus publicaciones periódicas el estudio de la percepción de la innovación por parte de la sociedad española, a través de una encuesta demoscópica, realizada en colaboración con Sigma 2, sobre una muestra amplia y representativa. Dicha encuesta aborda múltiples cuestiones relacionadas con el concepto de innovación, la tecnología y su impacto social y laboral.

El trabajo de campo de la última edición de la encuesta fue realizado en el último cuatrimestre de 2019 y sus resultados fueron presentados en enero de 2020, semanas antes del estallido pandémico que ha cam-

biado de forma drástica tantas cosas, entre ellas, la percepción ciudadana sobre múltiples asuntos.

Durante el 2021 actualizaremos el estudio con nuevos resultados y comprobaremos el impacto de la pandemia sobre la opinión pública. A la espera de los nuevos datos, hemos extraído del cuestionario de la encuesta algunas preguntas que, en la situación actual —y por distintas razones—, cobran mayor relevancia y cuyo seguimiento ofrece un particular interés.

2. La Encuesta Cotec: percepción social de la innovación en la sociedad española

En la primavera de 2017, Cotec lanzó la primera oleada de su encuesta de percepción social de la innovación, en colaboración con la empresa demoscópica Sigmados. Se trata de la mayor encuesta sobre este particular realizada en España hasta el momento. Cuenta con una muestra de 2400 entrevistas en todo el territorio español y consta de 27 preguntas agrupadas en dos grandes módulos: percepción de la innovación en España e impacto del cambio tecnológico sobre el mercado de trabajo. Una muestra de estas dimensiones permite reducir el margen de error para los datos agregados hasta el $\pm 2,05\%$ para un intervalo de confianza del 95,5%.

En verano de 2018 se lanza la segunda oleada de la encuesta. Se observa, de manera consistente a lo largo de las dos encuestas, que las variables que determinan mayores diferencias en la percepción de la innovación y sus efectos socioeconómicos son la ocupación del entrevistado y sus niveles de ingre-

sos y estudios; en ambos casos determinan las respuestas mucho más que el recuerdo de voto, la edad o el género.

A finales de 2019 se realizó el trabajo de campo de la tercera encuesta de percepción social de la innovación en España (**Figura 1**). Sus resultados¹ muestran algunas variables estables y otras con una tendencia consistente. En todo caso, entendemos que los acontecimientos desencadenados en 2020 como consecuencia de la pandemia pueden haber modificado sustancialmente la percepción de los españoles en relación con varios temas consultados en la encuesta. Estos son los que centran el presente artículo.

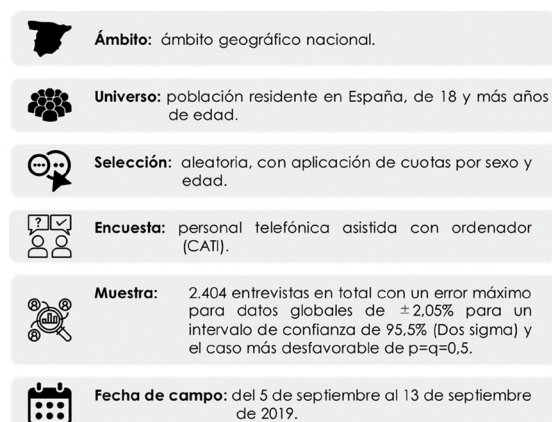
3. La Encuesta Cotec a la luz de la pandemia: seis preguntas clave

En un escenario tan incierto e inestable como el que vivimos, no aspiramos a apuntar tendencias. Nos conformamos con señalar algunas cuestiones especialmente sensibles a la situación actual y, por tanto, expuestas, en nuestra opinión, a cambios más drásticos en la percepción del ciudadano —cambios cuya orientación nos atrevemos a pronosticar—.

De hecho, este artículo está en cierto modo inacabado. Solo con el análisis que realizaremos una vez la pandemia haya sido controlada podremos confirmar si nuestras intuiciones sobre “preguntas clave” eran correctas, es decir, si se ha movido la opinión de los españoles en estas cuestiones y en qué sentido.

¹ Disponibles en: <https://cotec.es/proyecto/iii-encuesta-cotec-sobre-percepcion-social-de-la-innovacion/>

Figura 1. Ficha técnica de la III Encuesta Cotec.



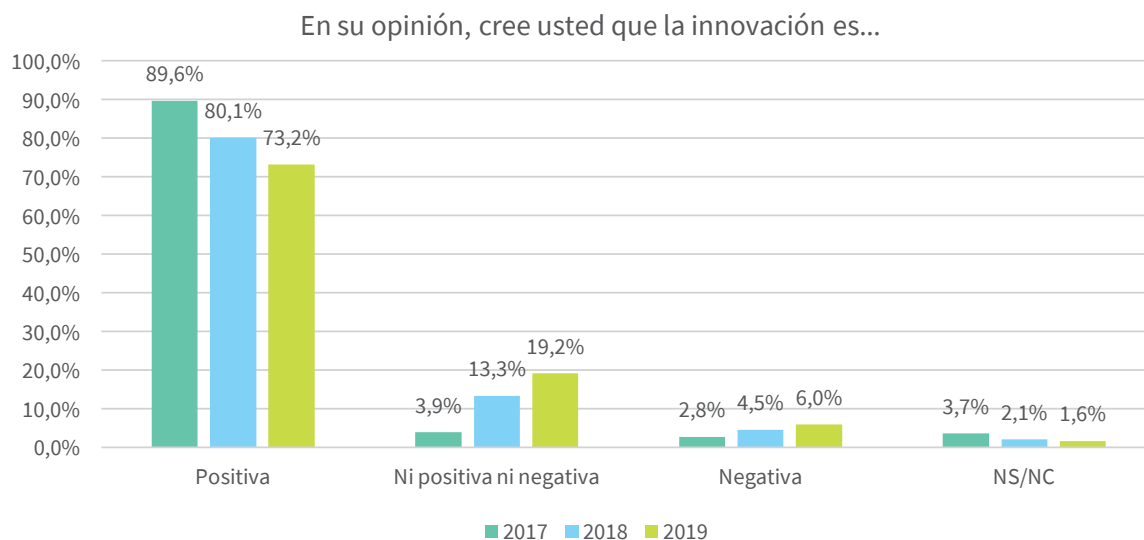
Mientras recabamos estos datos demoscópicos, queremos invitar a los lectores a hacer sus propias estimaciones. Para ello, al final de

cada pregunta ofrecemos dos posibles escenarios sobre la dirección en la que creemos que pueden ir las opiniones y percepciones sociales acerca de estos asuntos.

Se han seleccionado seis bloques sobre los que intuimos que puede haber una mayor variación tras el terremoto sanitario (y el posterior tsunami económico) causado por el coronavirus. Concretamente, queremos centrarnos en seis aspectos concreto que la encuesta analiza:

1. Confianza en la innovación.
2. Innovación y desigualdad.
3. Teletrabajo.
4. Educación y formación para el empleo digital.
5. Renta básica universal.
6. Tecnología y desarrollo territorial.

Gráfico 1. Percepción social de la innovación



Fuente: III Encuesta Cotec.

3.1. Confianza en la innovación

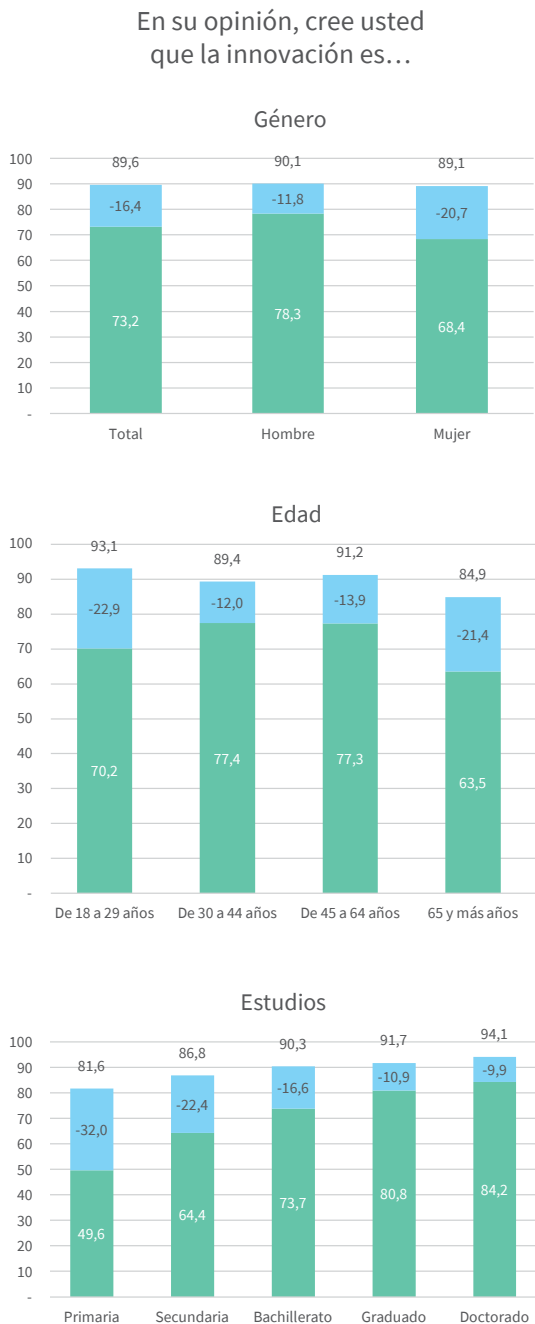
Tres de cada cuatro españoles tenían a finales de 2019 una visión “positiva” de la innovación, pero su confianza era inestable y en solo dos años acumulaba una caída de dieciséis puntos porcentuales (89% en 2017, 80% en 2018, 73% en 2019) (**Gráfico 1**).

La pérdida de confianza en la innovación fue más acusada entre los sectores de población tradicionalmente más vulnerables. Destaca la caída entre los ciudadanos que solo tienen estudios de primaria (únicamente el 50% mantuvo una consideración “positiva” de la innovación, acumulando un retroceso de 32 puntos porcentuales en dos años) y secundaria (65%, -22); los menores de 29 años (70%, -23) y los mayores de 65 (64%, -21); y las mujeres (68%, -21) (**Gráfico 2**).

Desde que empezó la pandemia, ciudadanos, sanitarios, inversores o Gobiernos han depositado grandes esperanzas en la innovación y han seguido a tiempo real el desarrollo de diversas tecnologías (tratamientos, vacunas, diagnósticos, aplicaciones de rastreo, etc.) destinadas a vencer o controlar el virus. Este contacto estrecho e intenso con el proceso innovador ha hecho visibles a la opinión pública las luces (cooperación, creatividad, agilidad o altruismo) y sombras (competencia desleal, fraudes, fallos o intereses ocultos) de los sistemas de innovación.

La Encuesta Cotec viene analizando desde 2017 la “confianza de los españoles en la innovación”. Intuimos que en el futuro cada ciudadano —y en particular aquel que ha descubierto estos meses las virtudes y defectos del sistema— habrá de integrar en su respuesta todos los *inputs* que ha recibido a lo largo del año.

Gráfico 2. Percepción social positiva de la innovación por grupos de población (diferencia 2017-2019)



Fuente: III Encuesta Cotec.

Es muy probable que su opinión sea distinta a la del año anterior, pero... ¿en qué sentido?

Escenario A. Los españoles aumentan su confianza en la innovación tras reconocer el papel determinante que juega en retos como el de vencer al virus.

Escenario B. Cae la confianza en la innovación tras comprobar las dificultades para controlar la pandemia, los múltiples intereses comerciales o geopolíticos que esconden algunas estrategias de lucha contra el virus; o bien, como consecuencia de las campañas de desinformación y negacionismo.

3.2. Innovación y desigualdad

En el 2019, la confianza de los españoles en la innovación cayó y la idea de que la tecnología “aumenta” la desigualdad social se consoli-

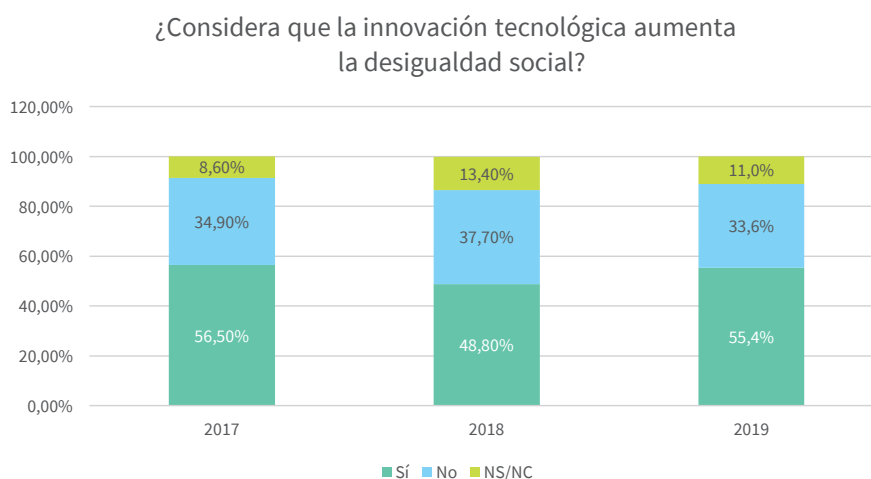
dó, alcanzando en esta encuesta al 55% de los encuestados. Los que más temen a la brecha tecnológica fueron de nuevo los sectores de población más vulnerables: ciudadanos en paro o con empleos poco cualificados, con bajo nivel de estudios y escasos ingresos, habitantes de municipios pequeños, etc. Esta cifra es muy similar a la registrada en la encuesta de 2017 (57%) (**Gráfico 3**).

De entre los 37 segmentos de población analizados, tan solo para un segmento concreto (votantes de Vox) la innovación tecnológica disminuye la desigualdad.

El nivel de estudios, la categoría profesional y el componente ideológico son las variables que más condicionan la percepción social de la innovación (muy por encima del género, la edad, la ocupación y el volumen de ingresos).

Los parados y los trabajadores con estudios básicos son los más preocupados por el

Gráfico 3. Percepción social de la relación entre innovación y desigualdad



Base: conjunto de la población.

Fuente: III Encuesta Cotec.

efecto del cambio tecnológico en la desigualdad social.

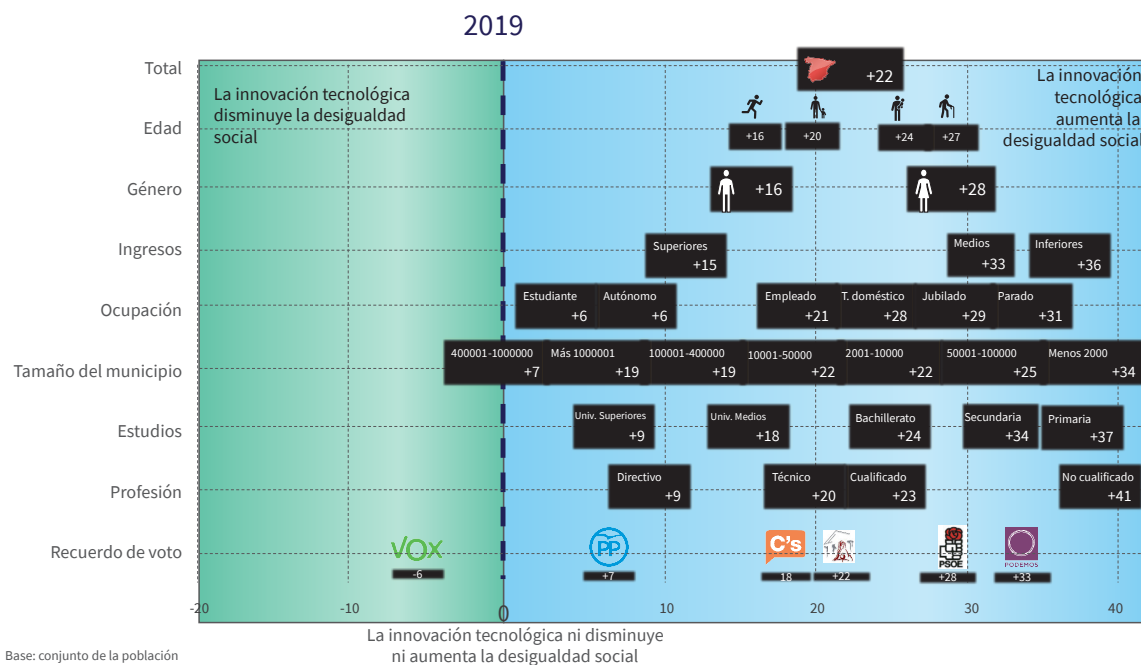
De nuevo, este análisis es similar al realizado en 2017, donde todos los segmentos de población consideraron que la innovación tecnológica aumentaba la desigualdad social (**Gráfico 4**).

Tras años de dura crisis, España encaraba el fin de la década con un crecimiento económico acelerado, aunque no equilibrado. La baja diversificación sectorial, la baja inversión en intangibles y el aumento creciente de las desigualdades eran problemas que

ahora, en plena crisis pandémica —de alcance y duración desconocidos—, pueden verse agudizados.

Al tiempo que amplios sectores de la sociedad reclaman una economía más basada en el conocimiento y con mayor peso de sectores tecnológicos, crecen las voces que cuestionan el actual modelo de innovación y alertan de nuevas brechas sociales fruto del desarrollo tecnológico. El actual *shock* económico y laboral podría afectar a la percepción ciudadana sobre la relación entre innovación y desigualdad, pero... ¿en qué sentido?

Gráfico 4. Percepción social de la relación entre innovación y desigualdad por grupos de población



Nota: Se presenta la diferencia para cada segmento de población entre los que creen que el cambio tecnológico "aumenta la desigualdad social" y los que opinan que "disminuye la desigualdad". Por ejemplo, para el conjunto de la población (+21,8 p.p.) es la diferencia entre 55,4% y 33,6%.

Fuente: III Encuesta Cotec.

Escenario A. La pandemia ha demostrado la capacidad de la innovación tecnológica para cerrar brechas sociales (acceso a la educación, sanidad) y esto se reflejará en la encuesta.

Escenario B. A lo largo de estos meses se ha incrementado el número de ciudadanos que considera a la innovación como un factor generador o amplificador de desigualdades.

3.3. Teletrabajo y conciliación

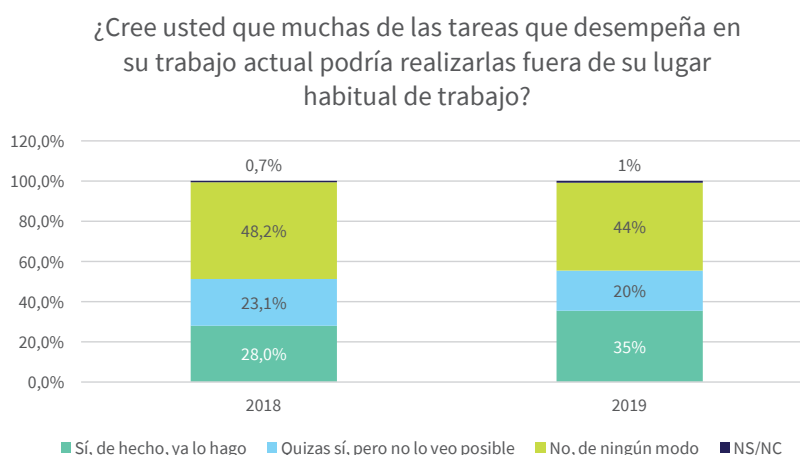
La mitad de los trabajadores consideraba en 2019 que al menos una parte de sus tareas podrían desarrollarse fuera de su lugar habitual de trabajo. El perfil profesional que más tareas desempeña fuera de la oficina es el de empresario/directivo/alto funcionario. En general, se observaba una fuerte correlación entre la cualificación y el rango profesional respecto al potencial de teletrabajo (**Gráfico 5**).

Aunque la encuesta de 2019 no recogió datos sobre el impacto específico del teletrabajo sobre la conciliación, sí que incluía una pregunta que puede servirnos de referencia para testar la percepción que tenían los españoles a finales de 2019 sobre la relación entre tecnología y conciliación de la vida privada y laboral (**Gráfico 6**).

El confinamiento al que nos vimos expuestos durante gran parte de 2020 puso de manifiesto las posibilidades del teletrabajo y su impacto en la conciliación de la vida privada y laboral, así como los déficits digitales en empresas y Administraciones para establecer una relación a distancia con trabajadores y clientes. Pero ¿cómo han cambiado las expectativas —y la experiencia cotidiana— de los españoles al respecto de este fenómeno?

Escenario A. El teletrabajo se percibe como una opción más factible —una parte mayor de las tareas se pueden hacer a distancia— y au-

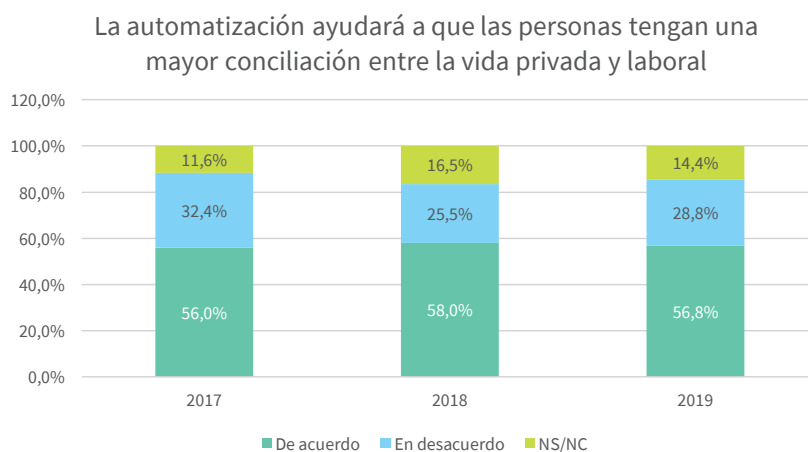
Gráfico 5. Percepción social del teletrabajo



Base: población ocupada

Fuente: III Encuesta Cotec.

Gráfico 6. Percepción de la relación entre conciliación y automatización.



Fuente: III Encuesta Cotec.

mentan quienes piensan que la tecnología (automatización del empleo) favorece la conciliación.

Escenario B. El teletrabajo es hoy más factible que antes de la pandemia, pero crecen las dudas sobre el efecto de la tecnología en la conciliación.

Escenario C. Mayor escepticismo sobre la posibilidad real de hacer tareas a distancia, pero visión optimista del binomio tecnología/conciliación.

Escenario D. Crecen las dudas sobre la posibilidad real de hacer tareas a distancia y visión más pesimista sobre el efecto de la tecnología en la conciliación.

3.4. Renta básica universal

A finales de 2019, seis de cada diez españoles estaban a favor de la creación de una renta básica universal (RBU) y el 46% estaría dispuesto

a pagar más impuestos para costearla, si bien la encuesta matiza que esta conciencia social es mayor en los sectores y votantes de izquierda que en los de la derecha (**Gráfico 7**).

Esta percepción es siete puntos porcentuales superior a la registrada en la edición anterior (primera vez que se realizó esta pregunta), tanto para la pregunta de si están a favor de su creación como en la de si están dispuestos a pagar más impuestos para financiarla.

No existe una diferencia significativa en cuanto al género. En la categoría de edad sí se observa una brecha generacional, siendo los jóvenes (70%) los más favorables a una RBU frente al resto de categorías (58% en media). Lo mismo ocurre en la categoría de ingresos, siendo la población con ingresos medios-bajos (76% en media) aquella más a favor de la RBU (frente al 56% de los superiores).

La diferencia también es importante según el nivel de estudios, siendo los menos forma-

dos los más favorables (72% frente a 54% de universitarios superiores).

Lo mismo ocurre en cuanto a la profesión y ocupación, destacando especialmente los estudiantes (77%) frente a trabajadores (56% en media).

El debate público sobre la RBU, una herramienta planteada por primera vez hace más de medio siglo y en un contexto muy diferente al actual, se ha venido asociando en los últimos años a escenarios laborales hipotéticos que pudieran hacer crecer bolsas de desempleo de larga duración asociados a procesos de automatización. A pesar de las notables diferencias entre la RBU y el ingreso mínimo vital (IMV), son políticas que han estado ligadas en el debate público —seguramente más entre la ciudadanía que entre los expertos—.

La aprobación en España, con amplio consenso político, del IMV en mayo de 2020 —y a pesar de responder más bien a una situación

de emergencia cuyo origen no tiene relación con el llamado “desempleo tecnológico”— creemos que puede haber alterado la percepción ciudadana sobre la RBU.

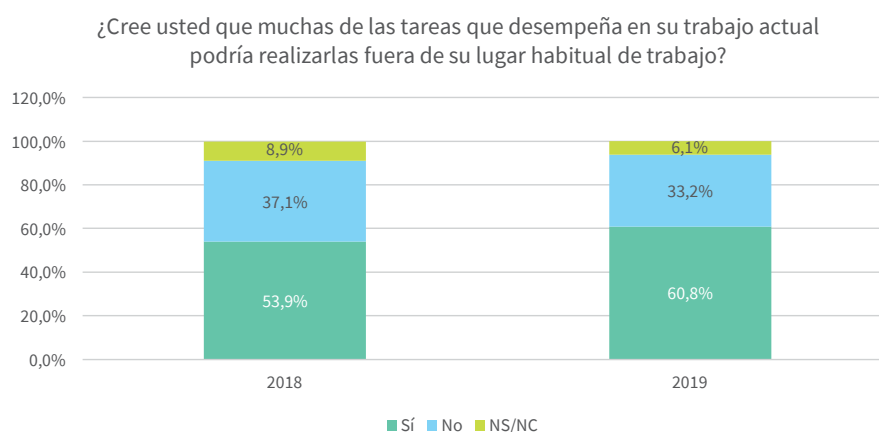
Escenario A. Aumenta la proporción de españoles que ven necesaria y factible la implantación de una RBU.

Escenario B. Disminuye la proporción de españoles que ven necesaria y factible la implantación de una RBU.

3.5. Educación y formación para la sociedad digital

Según la III Encuesta Cotec, uno de cada tres trabajadores o desempleados no se considera capacitado para competir en un mercado laboral automatizado. El motivo principal que alegaban es la falta de recursos económicos para reciclarse. Existe una brecha de género

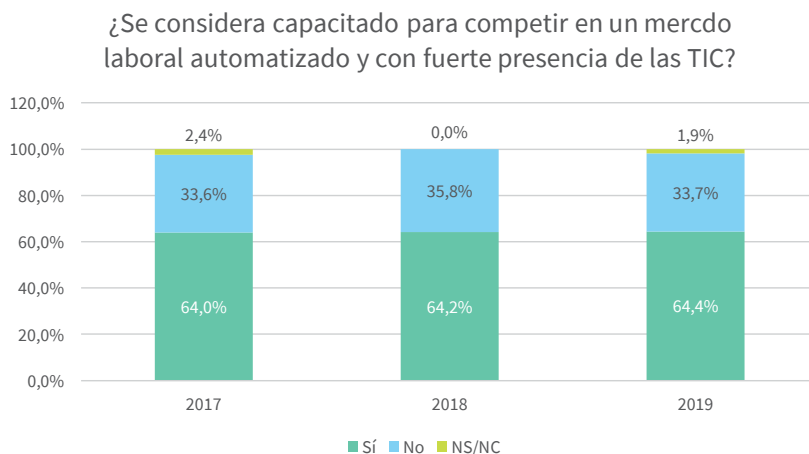
Gráfico 7. Percepción social de la renta básica universal



Base: conjunto de la población.

Fuente: III Encuesta Cotec.

Gráfico 8. Percepción social sobre la capacitación laboral



Base: población activa

Fuente: III Encuesta Cotec.

en esta percepción, ya que el 38% de las mujeres trabajadoras y paradas no se considera preparada, 8 puntos porcentuales más que en el caso de los hombres (**Gráfico 8**).

Dos de cada tres encuestados consideraban que el sistema educativo no responde a las necesidades formativas que demandará la futura sociedad tecnológica. A su vez, ocho de cada diez personas consideraban que la sociedad no se está preparando suficientemente para el impacto de la tecnología en el mercado laboral futuro (**Gráfico 9**).

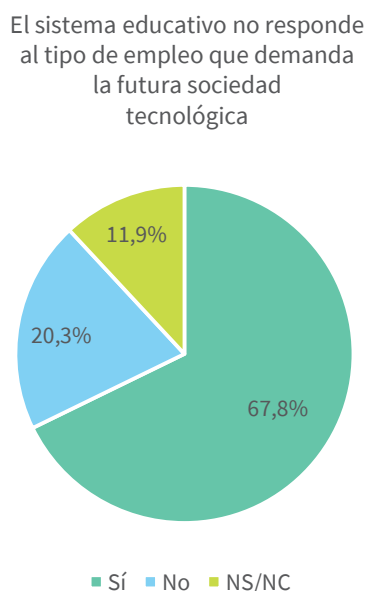
Desde marzo de 2020, nuestro sistema educativo ha sido expuesto a un gran estrés con el salto precipitado al modo digital y a la educación a distancia. Profesores, alumnos y familias han constatado en muchos casos su bajo nivel de formación digital y han experimentado las consiguientes dificultades para abordar algunas dimensiones del proceso

educativo en modo virtual. Por otro lado, muchos de ellos han experimentado un proceso de aprendizaje acelerado o, al menos, de pérdida de prejuicios respecto a las posibilidades que ofrecen las TIC para la formación.

Entendemos que esta toma de conciencia de las oportunidades que ofrece la sociedad digital y, al mismo tiempo, de las debilidades que nos impiden aprovecharlas ha sido muy visible en el ámbito educativo, pero en cierta medida puede hacerse extensible a otros muchos ámbitos: las relaciones familiares, el entretenimiento, las compras, trámites administrativos... ¿Cómo habrá afectado este proceso de inmersión a la percepción sobre nuestras habilidades digitales, nuestra capacidad de mejorarlas a través de la formación y las posibilidades que tenemos de hacerlo?

Escenario A. Hemos tomado conciencia de la falta de preparación para trabajar en un en-

Gráfico 9. Percepción social sobre la preparación del sistema educativo



Base: conjunto de la población

Fuente: III Encuesta Cotec.

torno digital (*visión más negativa*) y de las carencias del sistema educativo para formarnos (*visión más negativa*).

Escenario B. Hemos demostrado que somos capaces de competir en un entorno laboral con fuerte presencia de las TIC (percepción positiva), a pesar de las carencias del sistema educativo (percepción negativa).

Escenario C. Crece la proporción de quienes no se sienten capaces de afrontar el reto digital (percepción negativa), pero también el reconocimiento de las oportunidades que ofrece para ello el sistema educativo (percepción positiva).

Escenario D. Visión más positiva de las posibilidades del sistema educativo y de las capacidades para afrontar el reto digital.

3.6. Tecnología y desarrollo territorial

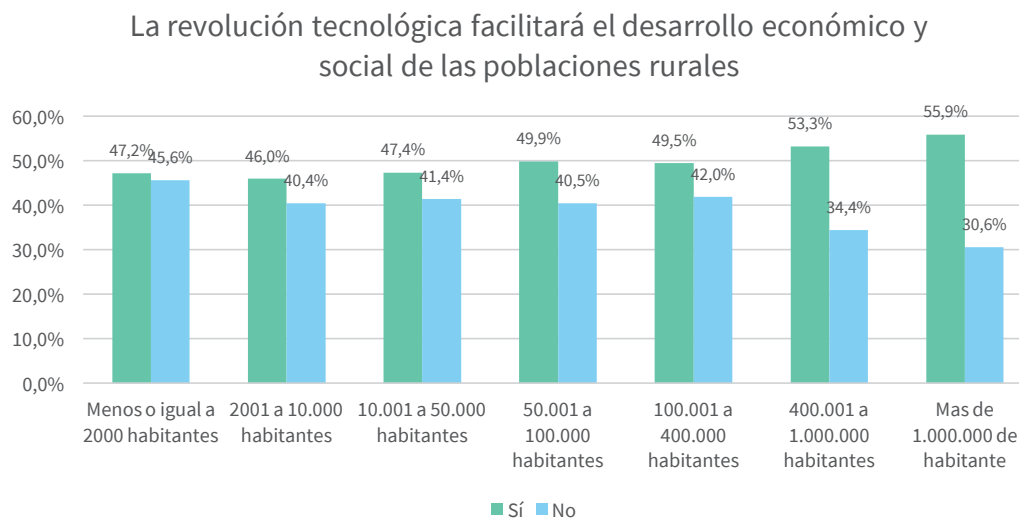
Según la encuesta, a medida que aumenta el tamaño del municipio crece la percepción sobre la capacidad de la tecnología de favorecer el desarrollo económico y social de las poblaciones rurales (**Gráfico 10**). O, dicho de otra manera, las personas que viven en zonas rurales se muestran escépticas sobre la posibilidad de que la tecnología facilite su desarrollo económico y social.

No resulta extraño. En muchas ocasiones, quienes conocen verdaderamente la naturaleza de los problemas sociales complejos reconocen con el tiempo que difícilmente puedan darse a los mismos una solución (¿exclusivamente?) tecnológica (Nelson, 1977).

Como consecuencia de la pandemia, el modelo de crecimiento poblacional en torno a grandes áreas urbanas se ha puesto en cuestión. Son cada vez más evidentes los riesgos sanitarios de las áreas más pobladas, así como las dificultades adicionales de sobrellevar situaciones de confinamiento en las zonas urbanas. Al mismo tiempo, el auge del teletrabajo parece ofrecer un nuevo horizonte de posibilidades para modelos de desarrollo que den un mayor peso a pequeñas ciudades y al entorno rural. Son dinámicas que muy pocos se atrevían a anticipar hace apenas unos meses, pero ¿habrán alterado también nuestra percepción sobre el papel de la tecnología para el desarrollo rural?

Escenario A. La pandemia ha puesto de manifiesto que los problemas del campo son de una complejidad y diversidad difícil de abordar desde la tecnología. Se agudiza la brecha de percepción entre quienes viven en el campo —y conocen bien dichos problemas— y aquellos que proponen soluciones desde la distancia.

Gráfico 10. Percepción social de la relación entre tecnología y desarrollo territorial



Base: conjunto de la población.

Fuente: III Encuesta Cotec.

Escenario B. Se suaviza la brecha, como consecuencia de la mayor interacción entre ambos entornos.

4. Conclusiones

Todavía es pronto para valorar las consecuencias más profundas e irreversibles de la pandemia, pero ya nadie discute que 2020 romperá muchas series históricas. Nos gustaría pensar que, en materia de innovación, el *shock* global que hemos vivido nos permitirá avanzar hacia un modelo más inclusivo, más abierto y más social, aunque lo cierto es que ninguna evidencia apunta por el momento hacia ese escenario.

Quizá la clave esté precisamente en la percepción social del fenómeno innovador. Nuestros datos apuntaban, ya antes de la

pandemia, a un crecimiento progresivo del desencanto y la desconfianza, algo que como analistas y promotores de la innovación nos preocupa y nos entristece. Pero esta desafección progresiva no sería una mala noticia siempre que pudiera explicarse como una respuesta crítica e informada, no como simple apatía o desinterés. Una sociedad que se siente preocupada por la innovación, que se apropia de ella y que supervisa y exige mejores resultados sería el mejor punto de partida (sino el único) para impulsar ese nuevo modelo al que aspiramos. El virus de la COVID-19 ha sorprendido al mundo en un sueño narcótico, delirante en muchos sentidos; ojalá despierte como contrapartida una nueva percepción social que facilite y reconozca el cambio desde el conocimiento para el valor. El tiempo lo dirá y la Encuesta Cotec estará allí para medirlo.

Bibliografía

- Echeverría, J. (2017). *El arte de innovar: naturalezas, lenguajes, sociedades*. Madrid: Plaza y Valdés Editores.
- Nelson, R. (1977). *La luna y el gueto: un ensayo sobre el análisis de las políticas públicas*.
- OECD/Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. 4.ª edición. París: OECD Publishing. Luxemburgo: Eurostat. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Schumpeter, J. (1911). *Teoría del desarrollo económico*.

10. Innovación educativa y su repercusión en la formación técnica

Domingo Alfonso Martín Sánchez y Ana García Laso

1. Introducción

En el año 2015, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) plantearon un reto a nivel mundial que implicaba a la academia, las empresas, los Gobiernos y la sociedad en su conjunto, y en el que se hacía evidente la necesidad de una formación multidisciplinar y de calidad, donde la innovación educativa y social jugaran un papel fundamental dentro de la formación universitaria técnica.

En este capítulo se aborda la importancia de la innovación educativa, y más concretamente en su modalidad de innovación social, además de su repercusión directa en la formación técnica de los universitarios. Para ello, en primer lugar, se ha realizado una recopilación de los principales fundamentos que conforman ambos tipos de innovación. A partir de este análisis hemos podido observar que existe una relación directa entre innovación educativa y social, con la diferencia de que la finalidad de la primera es la mejora de algunos de los elementos que forman parte de la educación, mientras que, en la segunda, además, se busca un beneficio para

todos los grupos participantes, incluyendo a la sociedad.

Dentro de las carreras técnicas, los beneficios de la implantación de la innovación social se hacen más evidentes debido a la estructura de sus titulaciones y el carácter de sus asignaturas. Por ello, en la segunda sección del capítulo se describe el caso de la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería (UESEVI) de la ETSIME-UPM, un ejemplo de éxito de responsabilidad social universitaria (RSU) en el que se ha conseguido introducir competencias sociales que van más allá de la titulación y que tratan de formar a los estudiantes en una serie de conocimientos y valores que les permitan actuar como ciudadanos comprometidos y sobre los bienes comunes que formarán su escenario de profesión (García, 2014, p. 15). Este objetivo se ha podido conseguir a través de herramientas innovadoras, como el emprendimiento social y el aprendizaje-servicio (ApS).

La última sección del capítulo está dedicada a esta última. El ApS permite a los estudiantes aplicar los conocimientos técnicos adquiridos para cubrir una necesidad real a

través de un servicio solidario, y, por tanto, adquirir conciencia de la responsabilidad social universitaria (RSU). Esta metodología innovadora se puede aplicar a cualquier nivel educativo y tiene una larga historia. Sin embargo, en los últimos años ha cobrado una particular importancia en la formación universitaria madrileña, hasta el punto de conseguir su institucionalización a través del Ayuntamiento de Madrid, como describiremos más adelante.

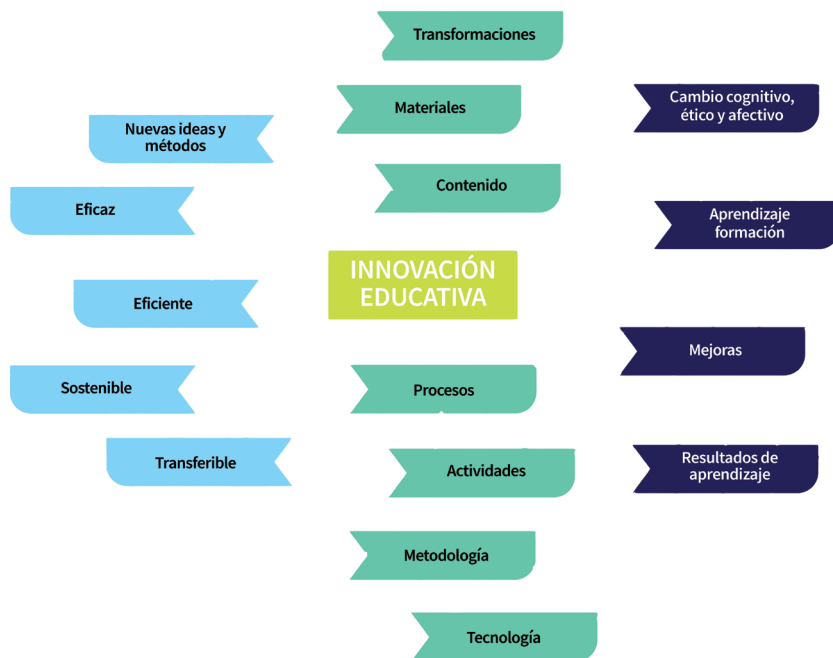
2. El concepto de innovación educativa

El origen de la palabra “innovación” proviene del latín *innovatio*, que significa “acción y efecto de crear algo nuevo”. A su vez, el diccio-

nario de Cambridge la define como “[el uso de] una nueva idea o método”. En base a ello se podría decir que la innovación educativa se refiere a la incorporación de cambios en la metodología o estructura de la enseñanza a partir de nuevas ideas. La innovación educativa, sin embargo, contempla otros numerosos aspectos, como “tecnología”, “metodología”, “procesos” y “personas”, y existen diversas opiniones respecto a su definición.

Autores como Jaume Carbonell (2002, pp. 11-12) entienden la innovación educativa como un conjunto de ideas, procesos y estrategias, más o menos sistematizados, mediante los cuales se trata de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes, resaltando la asociación de la innovación edu-

Figura 1. Palabras y conceptos clave de las distintas definiciones de “innovación”



Fuente: elaboración propia.

cativa con un componente ideológico, cognitivo, ético y afectivo.

Por su parte, Claudia S. López y Yolanda Heredia (2017, p. 18) defienden que la innovación educativa implica la implementación de un cambio significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, materiales, métodos, contenidos o contextos implicados.

Otros autores resaltan la importancia de lograr mejoras a partir de esos cambios, como Sein-Echaluze Lacleta, Fidalgo Blanco y García-Peñalvo (2014, p. 2), quienes apoyan que se deben realizar cambios en la formación para que se produzcan mejoras en los resultados de aprendizaje (RA), respondiendo a unas necesidades concretas. Además, sostienen que la innovación educativa debe ser eficaz, eficiente, sostenible en el tiempo y con resultados transferibles más allá del contexto particular donde surgieron.

Por último, la OCDE (Eurostat, 2018, p. 1) la define como: “un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ellos) que difiere significativamente de los productos o procesos

anteriores de la unidad y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o ha sido puesto en uso por la unidad (proceso)”. Además, distingue entre dos tipos principales de innovación: la innovación de producto, que se refiere a la innovación en bienes y servicios—dos categorías que a veces se entrelazan, especialmente en el contexto de la digitalización—; y la innovación de procesos, que se refiere a la innovación en procesos o actividades de producción.

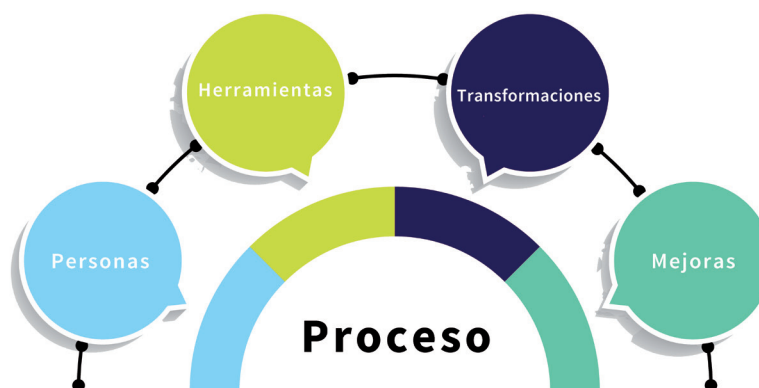
La **Figura 1** recoge las palabras y los conceptos que más se repiten en las diferentes definiciones de innovación educativa.

2.1. Características de la innovación educativa

La innovación educativa, como se ha podido ver, se entiende de diversas formas. Sin embargo, existen ciertas características esenciales que la definen, recogidas en la **Figura 2**.

La innovación educativa es un proceso, no un hecho aislado, que acompaña al apren-

Figura 2. Características de la innovación educativa.



Fuente: elaboración propia.

dizaje a lo largo del tiempo. En este proceso deben involucrarse todos los participantes, personas, grupos e instituciones implicados para que a través de las herramientas adecuadas se consiga una transformación sólida. El fin último de este proceso es el de producir una mejora que favorezca un proceso de enseñanza-aprendizaje significativo.

Son varios los autores que coinciden con estas características, como Mónica Edwards (2009), que señala que la innovación educativa implica transformaciones en las prácticas relacionadas con las actividades de enseñanza y aprendizaje. Estas habrán de manifestarse en determinados productos, ya sean tangibles o intangibles, observándose cambios de modos de hacer, hábitos, actitudes, la efectividad de las acciones, la dinámica institucional, etc.

Francisco José García-Peñalvo (2016, p. 1), por su parte, afirma que una innovación educativa es una suma sinérgica entre crear algo nuevo, el proceso en el que se aplica y la aportación de una mejora como resultado del proceso.

La OECD (2016, pp. 13-15), por su parte, señala varios ejes sobre los que se fundamenta la innovación educativa, destacando la mejora de la equidad e igualdad y su importante papel para adaptarnos a los rápidos cambios de la sociedad y la economía nacional. Bajo este contexto, se establece un importante esfuerzo de investigación y desarrollo en materia de educación para la mejora de la calidad educativa y el desarrollo social.

2.2. Innovación educativa e innovación social

Existe una vertiente académica que se centra en la importancia de enlazar la innovación educativa con proyectos sociales o socioedu-

cativos, entre la que se encuentra Pascual (1988, p. 5), que afirma que la innovación educativa significa referirse a proyectos socioeducativos de transformación de nuestras ideas y prácticas educativas en una dirección social e ideológicamente legitimada; transformación que merece ser analizada a la luz de criterios de eficacia, funcionalidad, calidad, justicia y libertad social.

Aguerrondo (2002, p. 3-6), Hannan, English y Silver (1999, p. 279-289) o Ramírez y Ramírez (2018, p. 149-152), a su vez, señalan a la innovación educativa como un proceso social situado en niveles sociales macro y micro, que no se limita al uso de nuevas tecnologías en la organización educativa, sino que pretende propiciar un cambio a través de acciones específicas en cualquiera de los niveles sociales y los componentes de la organización.

Asimismo, Joaquín Gairín Sallán y Javier Goikoetxea Piérola (2008, p. 73-95) han propuesto que las innovaciones que se deben potenciar son las que plantean el cambio con una mejora para producir transformaciones reales con incidencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el entorno de la educación universitaria se ha producido un gran cambio debido al proceso de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en el que se enfatiza la dimensión social como parte integrante de la misión universitaria (Nyborg y Head, 2005, p. 1-2). La universidad tiene la necesidad de formar personas tituladas altamente cualificadas y responsables (UNESCO, 1998). Para ello, afirma la UNESCO, “la educación superior debe no solo proporcionar competencias sólidas para el mundo de hoy y de mañana, sino contribuir además a la información de

una ciudadanía dotada de principios éticos, comprometida con la construcción de la paz, defensa de los derechos humanos y valores de la democracia” (UNESCO, 2009).

Con lo expuesto anteriormente, se deduce que la innovación social es una parte imprescindible de la innovación educativa, que proporciona un beneficio profundo y duradero en toda la sociedad. Sus características fundamentales, pues, no se diferencian de las de la innovación educativa (**Figura 3**), ya que encontramos los mismos ítems principales en su concepción.

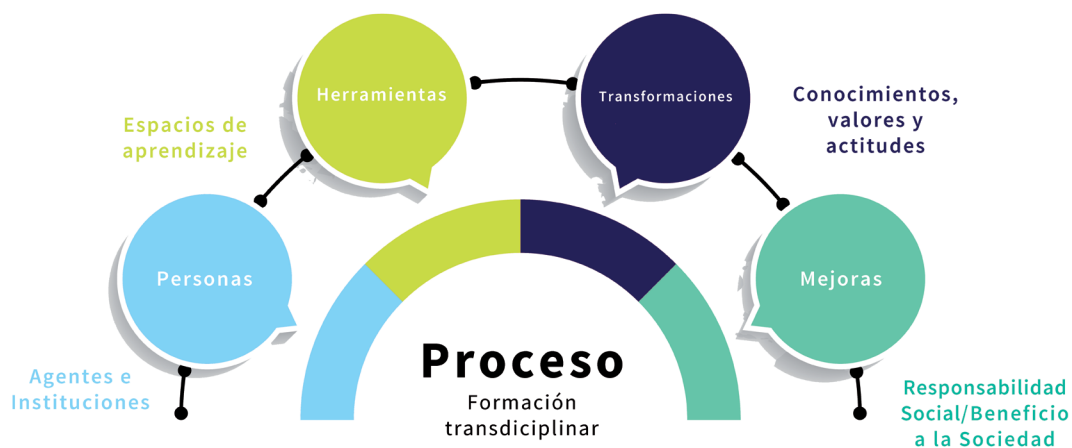
La innovación social se trata de un proceso de formación transdisciplinar que surge de la colaboración de distintos agentes e instituciones, que a través de herramientas, metodologías e instrumentos innovadores estimula en el alumnado el desarrollo de actitudes autónomas, basadas en la reflexión crítica y planificadora, dirigidas a la toma de deci-

siones responsables —a nivel personal, social y vocacional— en interacción con la realidad social. Por ello, fomenta valores y actitudes profesionalizadoras de responsabilidad social (RS) en todos los aspectos relacionados con la formación y educación universitarias (Lucas, 2009), generando un pensamiento social que proporciona beneficio para la sociedad.

3. La responsabilidad social universitaria (RSU)

Es importante que todo organismo dedicado a la enseñanza tenga determinado un plan estratégico que incluya, además de los objetivos institucionales, una referencia clara a la misión. Tras la Declaración de Bolonia, firmada en 1999 por los ministros de Educación de 29 países europeos, los sucesivos comunicados correspondientes a los seminarios interna-

Figura 3. Características de la innovación educativa relacionadas con los principales ítems de la innovación social



Fuente: elaboración propia.

cionales del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) han enfatizado la dimensión social como parte integrante de la misión universitaria.

Si se analizan las fechas más importantes y los logros propuestos en aquellas en las que se hacen referencias a estas estrategias, se puede ver que en el Comunicado de Praga de 2001 se incluía la dimensión social a propuesta de los representantes estudiantiles. Ese mismo año, la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE) indicó que la universidad debía asumir un papel protagonista en los procesos de desarrollo humano, además de perfilar unas nuevas estrategias para alcanzar “una sociedad más justa y participativa” (EHEA, 2020a y CRUE, 2001).

Asimismo, en el Comunicado de Bergen de 2005, los ministros de Educación europeos declararon que la dimensión social del proceso de Bolonia era una parte constitutiva del EEES y una condición necesaria de su atractivo y competitividad (EEES, 2020), renovando el compromiso adquirido anteriormente con la calidad de una enseñanza superior accesible a todos por igual. Uno de los hitos más importantes relacionados con la dimensión social se recogió dos años después en el Comunicado de Londres de 2007, en el que se afirmaba: “La educación superior debe desempeñar un papel importante en el fomento de la cohesión social, la reducción de las desigualdades y elevar el nivel de conocimientos, habilidades y competencias en la sociedad” (EEES, 2020).

Poco después, el Comunicado de Lovaina (2009) reconoció que la educación superior fomenta la innovación y la creatividad en la sociedad y que, al mismo tiempo, debe basar-

se en el estado actual de la investigación y el desarrollo (EHEA, 2020a).

En el año 2010, el Comunicado de Budapest-Viena reforzó la idea de que la educación superior es un motor fundamental para el desarrollo social y económico, así como para la innovación (EHEA, 2020b), mientras que el Ministerio de Educación de España instaba a la promoción del nuevo modelo social mediante la incorporación en su modelo formativo de prácticas docentes y de aprendizaje que puedan integrar adecuadamente la preparación para la práctica profesional y fomentar el ejercicio de RS de sus estudiantes y egresados (Ley Orgánica 2/2006).

En los años 2012 (Bucarest), 2015 (Yerevan) y 2018 (París) los temas principales de los seminarios del EEES se preocuparon por reflejar la diversidad de las poblaciones, consecuencia de la inmigración y los cambios demográficos, y destacaron la importancia de la inclusión en la educación (EHEA, 2020a).

Por su parte, en el 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, “una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás” (ONU, 2020). Esta agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades. Todas estas metas suponen un reto desde el punto de vista de la innovación en el ámbito de las enseñanzas técnicas (ingeniería), ya que algunas de las competencias que se trabajan en sus titulaciones dan consecuencia a los ODS.

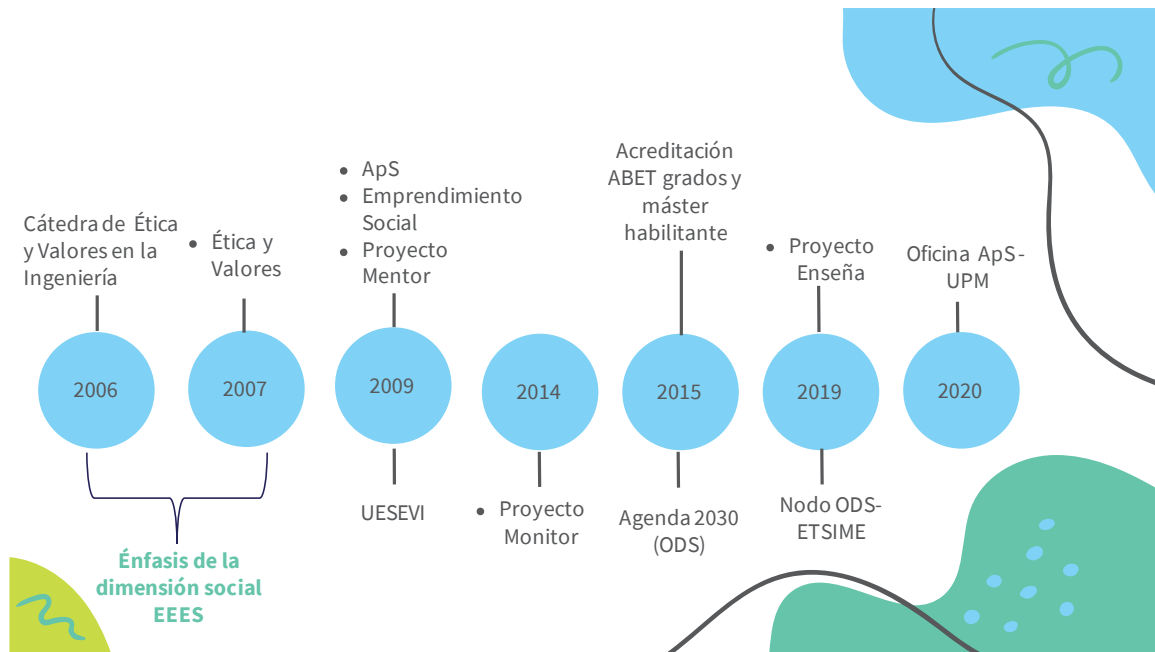
3.1. El caso de la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería (UESEVI)

Entre los centros universitarios que se centran en titulaciones técnicas y que han sido consultadas en anteriores publicaciones (García, 2014), se ha podido constatar que la forma más efectiva de trabajar estos contenidos es a través de grupos o unidades con un desarrollo vertical, bien sea a través de los departamentos, o a través de los propios centros (escuelas). Un caso particularmente interesante en este sentido es el de la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería (UESEVI), una propuesta innovadora integra-

da en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIME-UPM) desde el año 2006. Esta iniciativa, que nació originalmente como Cátedra de Ética y Valores en la Ingeniería (**Figura 4**) con el fin de promover el análisis y el debate sobre la ética y los valores en las enseñanzas técnicas, ha ido adaptándose a los sucesivos cambios que a lo largo de estos años ha sufrido la universidad.

La UESEVI lleva a cabo actividades formativas con el objetivo de conseguir una transformación en los estudiantes de ingeniería para que sean responsables en sus acciones (como futuros profesionales), fomentando el emprendimiento social, el aprendizaje-servicio

Figura 4. Línea de tiempo de la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería (UESEVI)



Fuente: elaboración propia.

y la proactividad bajo el paraguas de la ética y los valores. Además, esta unidad es un punto de información para aquellos estudiantes que quieran realizar sus trabajos de fin de grado/máster en competencias sociales aplicadas a la ingeniería, así como buscar sus prácticas de empresa en colaboración con algunas de las entidades sociales con las que trabaja.

Las empresas, la Administración, la política y la sociedad en general necesitan empezar a contar con un enfoque centrado en las personas, tal y como pretende actualmente la misión de la UESEVI: “Formar individuos en valores para adecuar su actuación profesional a un liderazgo social”.

Como se ha podido comprobar en la bibliografía consultada, la UESEVI cumple con las características de innovación educativa que se describieron anteriormente (Figura 3). Las propuestas en innovación de la UESEVI se dividen en tres líneas: acciones de acogida, emprendimiento social y ApS.

4. El aprendizaje-servicio como herramienta en la innovación social

El origen del ApS se remonta a 1903, cuando en la Universidad de Cincinnati (EE. UU.) nace un movimiento de educación cooperativa que integra trabajo, servicio y aprendizaje. Ya en 1905, el filósofo estadounidense John Dewey establece las bases intelectuales de este movimiento, que aún no se conocía con el nombre de ApS (Barrios, Rubio, Gutiérrez y Sepúlveda, 2012 citado en García, 2019, p. 10), y pronto comenzaron a surgir, durante la década de los 20, otras experiencias de este estilo. No fue hasta 1969, sin embargo, cuando, en la I Con-

ferencia Nacional sobre Aprendizaje-Servicio celebrada en EE. UU., se describe por primera vez como una tarea necesaria para el crecimiento educativo (García, 2019, p. 10).

A pesar de que el servicio solidario y la transmisión de conocimientos y valores se remonta varios años atrás, la vinculación entre servicio y aprendizaje en una sola actividad educativa bien articulada y coherente, es un elemento innovador (Puig y Palos, 2006, p. 60-63).

El ApS se puede definir como una propuesta educativa planificada e integrada en el currículum, donde los participantes aplican el conocimiento adquirido en un servicio solidario, destinado a cubrir necesidades reales, de forma que los miembros de la comunidad reciben un servicio que mejora su calidad de vida (Grupo Promotor del Aprendizaje Servicio de Madrid, 2017 y Tapia, 2006). En este sentido, el ApS “estimula el esfuerzo, la responsabilidad y el compromiso solidario; además, fortalece las destrezas psicosociales y la capacidad de participar en la sociedad de manera positiva, puntos muy relacionados con la educación social y emocional que se persigue mejorar” (García, 2019, p. 14).

La implantación de ApS genera impactos positivos en los estudiantes en los siguientes ámbitos: académico y cognitivo, cívico, vocacional y profesional, ético y moral, personal y social. Con esta metodología, el estudiante trabaja en una realidad social diferente a la suya, aplicando los conocimientos adquiridos y colaborando con diferentes entidades. Esto provoca que los alumnos desarrollen competencias colaborativas, una visión del problema completa e interdisciplinar y una mayor conciencia social, contribuyendo al desarrollo

de una sociedad más equitativa y justa (Martín, Hernández y García, 2018, p. 39-56).

Las instituciones educativas han de fomentar la innovación incorporando la perspectiva de la sostenibilidad de la innovación educativa. El ApS es un instrumento para la innovación social, ya que representa nuevas respuestas a las demandas sociales que afectan al proceso de interacción social (M. Marqués, 2014).

4.1. La institucionalización en la innovación social a través del ApS

A lo largo de toda la bibliografía consultada en la que se hace referencia a la implantación de una metodología docente o sobre el propio proceso innovador, existe una característica común que marca la diferencia entre el éxito y el fracaso de la actuación: el grado de institucionalización que tenga esta metodología o innovación.

Analizando el proceso de institucionalización de la innovación social en diferentes universidades, puede verse que la innovación social se desarrolla en paralelo al concepto de “sostenibilidad curricular”. Según la UNESCO (2006), “la sostenibilidad curricular implica la integración de los principios, valores y prácticas del desarrollo sostenible en todos los aspectos de la educación y el aprendizaje, con miras a abordar los problemas sociales, culturales, económicos y medioambientales del siglo XXI” (citado en Aramburuzabala, Cerrillo y Tello, 2015). Podría marcarse el año 2012 como el año en el que el grupo de trabajo dependiente de la CRUE llamado Calidad Ambiental, Desarrollo Sostenible y Prevención

de Riesgos (CADEP) considera la sostenibilidad curricular en la educación superior como una herramienta clave para promover el desarrollo humano sostenible (CADEP, 2012). Este mismo grupo indicó que la comunidad universitaria considera como imperativo ético la generación de una cultura que contribuya a un desarrollo humano e integral.

No obstante, ya en fechas anteriores se había destacado la vinculación en el desarrollo de los conceptos de RSU y sostenibilidad curricular, por ejemplo, con la Declaración de la Red Talloires (2005), donde se desarrollan los programas de compromiso cívico y de RSU, o en la Conferencia Mundial ES-UNESCO (2009), donde ya se habla de la formación ciudadana y educación en valores sostenibles y responsables en la educación superior.

En las titulaciones post-Bolonia, se incorpora, a nivel metodológico, la valoración de los resultados de aprendizaje a través del desarrollo de competencias, definidas e incorporadas estas en todas las titulaciones y créditos. En el EEES, se ha canalizado el debate sobre cuáles son las competencias en Sostenibilidad y en Educación para la Sostenibilidad, así como las competencias en RS, que deben adquirir los egresados y que, por tanto, deben trabajarse en las universidades (Edwards y Álvarez, 2007).

A nivel nacional, en el informe de la CRUE (2001), todas estas competencias están enclavadas en el estudio del contenido ético y del análisis de los valores que se fomentan. De esta manera, el modelo formativo español, estructurado en grados y másteres, define una serie de competencias —como las específicas o propias de la especialización de las titulaciones, o las competencias genéricas o

transversales relacionadas con sostenibilidad y RS— que, dada la situación de crisis global (2006-actualidad), podrían estar enmarcadas en temas de economía, sociedad y medioambiente.

En el plano normativo, la vinculación entre sostenibilidad y RSU viene determinada por los objetivos formativos marcados por las instituciones. El marco legal, que incluye normativa como el Estatuto del Estudiante Universitario (Real Decreto 1791/2010), habla de que la universidad debe favorecer las prácticas de responsabilidad social y ciudadana combinando aprendizajes académicos en las diferentes titulaciones orientadas a la mejora de la calidad de vida y la inclusión social.

También en el Real Decreto 96/2014, de 14 de febrero, por el que se establece el marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES), se prevé como un resultado del aprendizaje la capacidad de los estudiantes de hacer reflexiones de naturaleza ética en su campo de estudio. Debemos entender la universidad como un espacio de aprendizaje ético con desarrollo de innovación social, donde es necesario definir estrategias que lo hagan posible, como el emprendimiento social o el ApS.

Por otro lado, parece evidente que en el plan estratégico de las universidades debe estar incluido y dar consecuencia a la competencia en sostenibilidad, y es la CADEP, en 2012, quien habla de utilizar metodologías coherentes con los principios éticos, la globalización, la transversalidad y la RSU, entre otros. Estas consideraciones metodológicas pueden ser utilizada en todas las titulaciones técnicas de grado y postgrado como asignaturas o como actividades formativas

Otra de las partes más críticas en el proceso de institucionalización —declaraciones institucionales aparte— es la creación de estructuras estables que den soporte a la planificación, ejecución y seguimiento de los proyectos de ApS. Este servicio debería implementarse a nivel de rectorados para una optimización de los medios.

Un buen ejemplo de institucionalización podemos encontrarlo en el caso de las universidades públicas de Madrid, con el apoyo de corporaciones como el Ayuntamiento de Madrid. Atendiendo a las directrices de este ayuntamiento y promovido desde la propia alcaldía por el interés en fomentar el civismo y la solidaridad entre la comunidad universitaria y la ciudadanía, se acordó con las universidades públicas madrileñas la puesta en marcha de un proyecto conjunto para fomentar el desarrollo de la innovación social a través del ApS en el Ayuntamiento de Madrid.

Este proyecto conjunto se plasma en un convenio que se firmó el 4 de julio de 2017 y que tiene una duración de cuatro años prorrogables. Con el fin de garantizar el buen desarrollo de este convenio, desde los rectorados de cada universidad implicada se designó a un interlocutor que se encargaría de coordinar esta actividad en su institución. El conjunto de estos interlocutores configura la Comisión Técnica ApS, a la que posteriormente se sumaron también la Universidad Nacional de Educación a Distancia y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (Resolución del 11 de septiembre de 2017).

El grado de compromiso adoptado por el Ayuntamiento de Madrid se materializó con la constitución de la Oficina Municipal ApS (dependiente en su constitución de la Ofici-

na de Proyectos de la Alcaldía). Esta oficina coordinaría la relación entre las universidades y las Áreas de Gobierno y Juntas Municipales de Distrito, dando respuesta a los proyectos que formulan la universidad o el propio Ayuntamiento.

La Comisión Técnica ApS, creada en 2016, está por tanto compuesta por delegados de los rectores y expertos en ApS de las universidades Complutense de Madrid, Autónoma de Madrid, Politécnica de Madrid, Carlos III de Madrid, Rey Juan Carlos, de Alcalá, Universidad Nacional de Educación a Distancia e Internacional Menéndez Pelayo; y por representantes de la Oficina Municipal ApS, y constituye un ejemplo de buenas prácticas de lo que debería ser el apoyo de las instituciones a una metodología o innovación educativa y social.

No hay que olvidar que uno de los objetivos fundamentales de este convenio es crear estructuras estables dentro de cada una de las universidades. Es el caso de la UPM, cuyo estudio resulta particularmente interesante como universidad dedicada exclusivamente a las titulaciones técnicas y a las ingenierías.

En esta universidad se han desarrollado todas las acciones coordinadas desde el enfoque de la innovación educativa. La primera de estas acciones ha sido la de crear una estructura estable a través de la oficina de ApS de la UPM, cumpliendo así con uno de los primeros mandatos del convenio con el Ayuntamiento de Madrid. La segunda ha sido apostar por el desarrollo de una carta de servicio (ApS-UPM, 2020a), donde de una forma clara se establece un compromiso inequívoco entre la institución y toda la comunidad universitaria para el fomento de estas actividades. A estas dos acciones hemos de sumar la dedicación de recursos económicos

encaminados a financiar proyectos de ApS, en un principio a través de convocatorias de innovación educativa para después, durante el curso 2019-20, desarrollar una convocatoria propia de ApS (ApS-UPM, 2020b).

Otra acción complementaria es el seguimiento de la Agenda 2030 en todas las gestiones que se desarrollan en la universidad, tanto académicas como extraacadémicas. A diferencia de la oficina de ApS-UPM, que parte de un modelo centralista y se distribuye a las escuelas, la UPM tiene un modelo implantado para el seguimiento de los ODS, donde, partiendo de unas estructuras periféricas (Nodos ODS por centro), se llega a la Dirección de Cooperación al Desarrollo del Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización,

Se consideran por tanto un modelo de éxito las iniciativas que tienen algunos centros, como la propia ETSIME-UPM con la UESEVI, apostando por el desarrollo de Nodos ODS sobre los que descansan muchas de las competencias que trabaja el ApS; por ejemplo, una educación inclusiva, equitativa y de calidad (ODS 4), la igualdad de género (ODS5) y el trabajo en red para alcanzar los objetivos (ODS 17) (ApS-UPM, 2020c).

5. Conclusiones

La innovación educativa no solo supone generar cambios en la práctica docente, sino también cambiar los valores, las creencias y las ideas que fundamentan la acción del profesorado y del alumnado, lo que lo introduce en el ámbito de la innovación social. Ambas dimensiones —cualificación y responsabilidad social— forman un binomio inseparable.

A lo largo de este capítulo, hemos tratado de poner de manifiesto la importancia de implantar proyectos de innovación social dentro de los distintos niveles de educación, y en especial en niveles de educación superior técnica, para transferir competencias transversales al alumnado y alcanzar una sociedad con mayor conciencia social.

La universidad juega un papel fundamental en los procesos de desarrollo humano que generan una sociedad más justa y participativa. En este sentido, un instrumento que puede ser importante para la promoción de la innovación social en la educación es la metodología ApS, que a través de la resolución de problemas sociales reales consigue impactos positivos en el alumnado generando ciudadanos con responsabilidad social, comprometidos y solidarios bajo un enfoque de colaboración. La incorporación de la ApS en el entorno académico no solo provoca un cambio en el aula, sino que también produce transformaciones en las propias instituciones, entidades participantes y, en definitiva, en la sociedad.

También se ha destacado la importancia de la institucionalización de estas metodologías, que necesitan de la participación tanto de las instituciones universitarias como gubernamentales y de la colaboración con distintas entidades, para asegurar su éxito y su sostenibilidad en el tiempo y así lograr resultados óptimos. En esta línea se encuentra el proyecto emprendido entre las universidades madrileñas y el Ayuntamiento de Madrid para fomentar el desarrollo de la innovación social a través del ApS.

Para que todas estas expectativas se cumplan y se llegue a un nivel aceptable de institucionalización, consideramos necesaria la

promoción de una declaración institucional, con la aprobación de la estrategia por parte de los consejos de gobierno de las universidades, en la que se determine el índice de penetración de esta metodología y donde se precise si llegará a máster o se quedará a nivel de grado. Además, requiere de una serie de medidas adicionales por parte de las universidades que implicarán:

1. El reconocimiento en el Programa de Apoyo a la Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado Universitario (DOCENTIA) que lidera estas acciones.
2. Un compromiso de desarrollo de programas de formación del Personal Docente e Investigador (PDI) y del Personal de Administración y Servicios (PAS) en la metodología de aprendizaje-servicio.
3. La utilización de los medios institucionales para dar visibilidad a los proyectos de ApS a través, fundamentalmente, de las webs y redes sociales institucionales.
4. La convocatoria de ayudas para realización de proyectos de ApS en el marco de la innovación educativa.
5. Un estudio de las coberturas de los seguros en las universidades y su complementación con pólizas que cubran la responsabilidad civil. De esta forma, los organismos receptores de los alumnos tendrán seguridad plena de la cobertura de los actos realizados por los estudiantes, PDI y PAS.

Bibliografía

Aguerrondo, I., & Xifra, S. (2002). La escuela del futuro I: cómo piensan las escuelas que innovan. *Papers*, pp. 3-6

- Aramburuzabala, P., Cerrillo, R., y Tello, I. (2015). Aprendizaje-servicio: una propuesta metodológica para la introducción de la sostenibilidad curricular en la universidad. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 19(1), 78-95.
- Barrios, S., Rubio, M., Gutiérrez, M., y Sepúlveda, C. (2012). Aprendizaje-servicio como metodología para el desarrollo del pensamiento crítico en educación superior. *Revista 128 Cubana de Educación Médica Superior*, pp. 594-603. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412012000400012
- Boletín oficial del Estado de España (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Boletín Oficial del Estado de España (2011). Artículo 64.3 del Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario.
- Boletín Oficial del Estado de España (2014). Real Decreto 96/2014, de 14 de febrero, por el que se modifican los Reales Decretos 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES), y 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Boletín Oficial del Estado de España (2017). Resolución de 11 de septiembre de 2017, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Convenio de colaboración entre el Ayuntamiento de Madrid y las Universidades Complutense de Madrid, Autónoma de Madrid, Politécnica de Madrid, Carlos III de Madrid, Rey Juan Carlos, de Alcalá, Universidad Nacional de Educación a Distancia e Internacional Menéndez Pelayo, para la puesta en marcha de proyectos de aprendizaje y servicio a la comunidad (APS) en la ciudad de Madrid.
- CADEP (2012). Sesión Plenaria de CADEP el día 9 de marzo de 2012 en Valencia. Presentado en la Asamblea. Disponible en: https://www.crue.org/wp-content/uploads/2020/02/Directrices_Sostenibilidad_Crue2012.pdf
- Carbonell, J. (2002). *El profesorado y la innovación educativa, en Cañal: la innovación educativa*. Madrid: Akal, pp. 11-12.
- Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) (2001). *Universidad: compromiso Social y Voluntariado*. Disponible en: <http://www.usal.es/webusal/node/1039>
- Conferencia Mundial ES-UNESCO (2009). Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/search/N-EXPLORE-ca130dd8-686e-4e2a-9c35-a1b32c0b26fe>
- Declaración de la Red Talloires (2005). Disponible en: <https://talloiresnetwork.tufts.edu/wp-content/uploads/DECLARACION-DETALLOIRES.pdf>
- Edwards Schachter, M. (2009). Algunas reflexiones sobre el concepto y características de la innovación educativa. *Tendencias 21*. Disponible en: https://www.tendencias21.net/innovacion/Algunas-reflexiones-sobre-el-concepto-y-caracteristicas-de-la-innovacion-educativa_a17.html
- Edwards, M., & Álvarez Sánchez, D. (2007). *Formación en competencias y educación para la sostenibilidad en el espacio europeo de educación superior*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303459467_Formacion_en_competencias_y_educacion_para_la_

- sostenibilidad_en_el_espacio_Europeo_de_Educacion_Superior
- Espacio Europeo de Educación Superior. EEES (2020). *Bolonia hacia la convergencia. Dimensión social*. Disponible en: <http://www.eees.es/es/eees-bolonia-hacia-la-convergencia-dimension-social>
- European Higher Education Area (EHEA) (2020a). European Higher Education Area and Bologna Process Disponible en: <http://ehea.info/page-ministerialdeclarations-and-communicues>
- European Higher Education Area (EHEA) (2020b). Research and innovation. Disponible en: <http://www.ehea.info/pid34435/research-and-innovation.html>
- Gairín, J. y Goikoetxea, J. (2008). La investigación en organización escolar The Research in School Organization. *Revista de Psicodidáctica*, 13(2), 73-95.
- García Laso, A. (2014). Desarrollo de competencias en las enseñanzas de ingeniería mediante la participación en programas con organizaciones sociales. El caso de la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería. Disponible en: <http://oa.upm.es/32678/>
- García Laso, A. (2019). El Aprendizaje-Servicio como herramienta para potenciar la educación social y emocional en las matemáticas. Trabajo Fin de Máster. Universidad a Distancia de Madrid.
- García-Peñalvo, F. J. (2016). En clave de innovación educativa. Construyendo el nuevo ecosistema de aprendizaje. p. 1.
- Grupo Promotor del Aprendizaje Servicio de Madrid (2017). ApS Madrid. Disponible en: <http://aprendizajeserviciom.wixsite.com/apss-madrid>
- Hannan, A., English, S. y Silver, H. (1999). Why Innovate? Some Preliminary Findings form a Research Project on “Innovations in Teaching and Learning in Higher Education. *Studies in Higher Education*, 24(3), pp. 279-289.
- López, C., y Heredia, Y. (2017). Marco de referencia para la evaluación de proyectos de innovación educativa. Guía de aplicación. Monterrey, México: Tecnológico de Monterrey. p. 18.
- Lucas, S. (2009). Psicología Social de la Educación y Desarrollo de Competencias clave para el aprendizaje permanente: Programas comunitarios de educación, formación y orientación profesional. En: J. Tous Pallarés y J. Manuel Fabra Sopeña (eds.). Libro de Actas del XI Congreso Nacional de Psicología Social. Tarragona, 1-3 de octubre de 2009.
- Marqués, M. (2014). La dimensión docente de la Responsabilidad Social Universitaria: la institucionalización del aprendizaje servicio en la Universitat Rovira i Virgili. I Jornadas Internacionales sobre Responsabilidad Social Universitaria, pp. 20-21.
- Martín, D. A., Hernández, C. y García, A. (2018). Impacto del Aprendizaje-Servicio desde la perspectiva de la innovación educativa. En *Aprendizaje-servicio: los retos de la evaluación*. Narcea. pp. 39-56.
- Nyborg, P., y Head, B. F. U. G. (mayo de 2005). From Berlin to Bergen. En: *General Report of the Bologna Follow-up Group to the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education*. Bergen, pp.1-2.
- OCDE/Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Mea-*

- surement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. París/Luxemburgo: OECD Publishing/Eurostat, p. 1.
- OECD (2016). *Innovating Education and Educating for Innovation: The Power of Digital Technologies and Skills* (pp. 13-15). París: OECD Publishing. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264265097-en>
- Oficina de Aprendizaje y Servicio de la Universidad Politécnica de Madrid APS-UPM (2020a). Carta de Servicios. Disponible en: <http://aprendizajeservicio.upm.es/carta-deservicios>
- Oficina de Aprendizaje y Servicio de la Universidad Politécnica de Madrid APS-UPM (2020b). Experiencias ApS. Disponible en: <http://aprendizajeservicio.upm.es/experiencias>
- Oficina de Aprendizaje y Servicio de la Universidad Politécnica de Madrid APS-UPM (2020c). Quiénes somos. Disponible en: <http://aprendizajeservicio.upm.es/quienes-somos>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2020). 17 objetivos para transformar nuestro mundo. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Pascual, R. (1988). *La gestión educativa ante la innovación y el cambio*. Madrid: Narcea, p. 5.
- Puig, J. M. y Palos, J. (2006). Rasgos pedagógicos del aprendizaje-servicio. *Cuadernos de Pedagogía*, 357, 60-63.
- Ramírez Ramírez, L. N., y Ramírez Montoya, M. S. (2018). El papel de las estrategias innovadoras en educación superior: retos en las sociedades del conocimiento. *Revista de Pedagogía*, 39(104), 149-152.
- Sein-Echaluce Lacleta, M. L., Fidalgo Blanco, Á., y García-Peñalvo, F. J. (2014). Buenas prácticas de Innovación Educativa. Artículos seleccionados del II Congreso Internacional y Competitividad, CINAIC 2013. RED. sobre Aprendizaje, Innovación. *Revista de Educación a Distancia*, 44, 2. Disponible en: <http://www.um.es/ead/red/44/>
- Tapia, M. N. (2006). *Aprendizaje y servicio solidario en el sistema educativo y las organizaciones juveniles*. Buenos Aires: Ciudad Nueva.
- Unesco (1998). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La educación superior en el siglo XXI*.
- Unesco (2009). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, 2009. La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*.

11. Los efectos de la COVID-19 en nuestra cultura científica: hacia un pacto social y de Estado por la ciencia y la innovación

Santiago M. López y Miguel Ángel Quintanilla

*Salus populi suprema lex est*¹

1. Introducción

No podemos olvidar que la ciencia es una parte importante del sistema cultural de las sociedades avanzadas. Y no está aislada: interacciona con el resto de la cultura y, crecientemente, con la economía y la política. Uno de los grandes problemas en las sociedades complejas actuales, especialmente cuando aumenta la conciencia ciudadana sobre el valor de la ciencia —y la COVID-19 ha supuesto

un empuje en este sentido—, tiene que ver con la adopción de decisiones, por parte del poder político, respecto a los objetivos, prioridades y valores de las actividades científicas.

En efecto, quien ostenta el poder político se enfrenta con problemas como los siguientes: ¿cuánto debo gastar en promover la investigación científica? ¿Cuánto en investigación básica y aplicada? ¿En qué áreas de la ciencia es más urgente, necesario o provechoso invertir? ¿Se debe o no dar más poder y autonomía de decisión a los científicos para gestionar e invertir? ¿Hasta qué punto la influencia de la ciencia debe superponerse a las áreas tradicionales de la intervención política, como la economía o el bienestar social? ¿Qué peso relativo debe tener la ciencia en las decisiones de los Gobiernos y en la actividad parlamentaria? Y ¿cabe que un Gobierno deba rendir cuentas de las medidas políticas tomadas ante la comunidad científica? O también, ahora mirando a la sociedad: ¿qué nivel de educación científica debe proporcionarse a

¹ Principio del derecho romano. El presente capítulo se ha beneficiado de la financiación de los siguientes proyectos de investigación: JCyL/FEDER UE, SA241P18 y HAR2016-75010-R. Queremos dar las gracias a M^a del Carmen López, José Francisco Frutos, Luis Fernando Álvarez, Ricardo Robledo y M.^a Encarnación Collar que revisaron los borradores y nos dieron su opinión y consejos, así como al equipo de la Fundación Alternativas.

los ciudadanos y cómo debe potenciarse (o no) la cultura científica?

Son este tipo de preguntas las que se traslucen cuando el Gobierno español decidió, al final de la primera ola de la COVID-19 (9 de julio de 2020), presentar su *Plan de choque para la ciencia y la innovación: hacia una economía basada en el conocimiento* (Gobierno de España, 2020). Sin embargo, el plan, excepto en lo ligado a la investigación de carácter biosanitario, carecía de novedad y fuerza. Revelaba cierta improvisación, falta de entendimiento y, sobre todo, un diálogo a medio terminar entre políticos y científicos sobre lo que estaba pasando con la pandemia en España. La tensión se “exportó” a la cancha de la comunidad científica internacional, apareciendo en agosto en *The Lancet* (García-Basteiro *et al.*, 2020) la petición, por parte de veinte investigadores, de una revisión por una comisión independiente de lo que estaba sucediendo con la gestión de la COVID-19 en España². Al finalizar el *I Congreso Nacional COVID-19*, el 19 de septiembre, cincuenta y cinco sociedades científicas del ámbito sanitario y médico suscribieron el *Manifiesto a favor de una respuesta coordinada, equitativa y basada en la evidencia científica* (AEDV *et al.*, 2020).

La discusión continuó en *The Lancet Public Health*, con una carta, al inicio de octubre, firmada por Trias-Llimós *et al.* (2020). En ella se incidía en el problema de la falta de calidad de

los datos oficiales. Todo esto condujo a que la revista hiciera un editorial el 20 de octubre (*The Lancet Public Health*, 2020) donde se indicaba que los líderes políticos en España habían tenido una “respuesta subóptima a la COVID-19”. En diciembre, los responsables españoles de la salud pública, entre ellos Fernando Simón (portavoz del Ministerio de Sanidad durante la pandemia), rebatieron los argumentos en la misma revista en otra carta (Sierra Moros *et al.*, 2021, p. 10) en la que concluían que: “La politización y un clima desafortunado de confrontación permeando a diferentes sectores dificulta la comunicación de crisis efectiva y es probable que perjudique los esfuerzos de respuesta”.

La polémica ha sido desde el inicio un tema recurrente. El Biocomsc, el grupo de Investigación Computacional en Biología y Sistemas Complejos de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), encargado por la Unión Europea para el seguimiento de los datos de la pandemia, se quejaba a principios de febrero de 2021 de que la información ofrecida por España y Suecia era incompleta y desactualizada frente a la del resto de los países europeos.

A nuestro juicio, esta tensión entre ciencia y política proviene de que, desde los ámbitos de la política, no se ha respondido a las cuestiones planteadas en el segundo párrafo. Una vez más —y es un fenómeno histórico que se retrotrae al siglo XX— la política española va muy por detrás de la ciencia española y la lastra (Delgado y López, 2019; Gómez-Escalonilla, Martín de la Guarda y Pardo, 2016). Además, la discusión sobre la solución de este desacoplamiento había quedado aplazada desde el inicio de la Gran Recesión, en la que la ciencia pasó a ser considerada un lujo prescindible. La COVID-19 ha hecho que la dejación de la

² Nótese que entre los firmantes estaba la viróloga Margarita del Val, que fue nombrada por el CSIC como la coordinadora de la Plataforma Interdisciplinar de Salud Global. Su labor en los medios de comunicación la ha llevado a ser considerada como la científica independiente arquetípica en esta pandemia.

política científica emerja, junto a la sanidad, como los problemas claves, pero a la política le cuesta reconocer la trascendencia de no poner a la ciencia en las prioridades. Es pura incompreensión. Así que apelar a la polarización política (Sierra Moros *et al.*, 2021, p. 10), para repartir, cuando no echar las culpas, revela incapacidades y, especialmente, fallos en el diseño institucional, que debería haber dado más confianza y calidad en sus respuestas a las necesidades de la sociedad.

De esta suerte, el hecho de haber llegado al *Pacto por la ciencia y la innovación*, fraguado en noviembre de 2020 y firmado el 21 de enero de 2021 entre el Ministerio de Ciencia e Innovación y sesenta y dos sociedades científicas, puede leerse como el principio de una reconciliación, pero cabe la duda de que los ministerios realmente fuertes entiendan que este pacto es el pacto social y de Estado del siglo XXI, y que es el deber del Gobierno extenderlo a la sociedad civil e incrustarlo en todas las Administraciones públicas.

Estamos frente a una tensión ciencia-política-sociedad, que ha emergido con crudeza debido a que a los gobernantes les cuesta tener una comprensión neta de lo que es y está implicando un fenómeno tan dinámico y diverso como la COVID-19. Esto ha sucedido con todas las pandemias previas, no iba a ser esta una excepción, como muestra el relato histórico de Ruiz-Domènec (2020). Ahora bien, la velocidad de reacción, que es lo que pide la sociedad, está directamente ligada al discernimiento sobre la multiplicidad, persistencia y recurrencia del fenómeno. La pregunta que está en la calle es: ¿cómo lo hemos hecho tal mal en este país para ser, en las tres olas de la pandemia, protagonistas mundiales en in-

fecciones y número de fallecidos en términos relativos (porcentuales)?

Responder a esta cuestión empieza por sustituir el término pandemia por el de *sindemia*. A explicar este cambio de perspectiva dedicamos el segundo apartado de este capítulo. A partir de aquí, en el tercer apartado, nos ocupamos de la tensión que hay entre la ciencia y la política a la espera de que esta última reconozca la deuda que tiene contraída con la primera. Sin este reconocimiento, el pacto social y de Estado por la ciencia y la innovación será una quimera. La cuarta sección analiza la reacción de los ciudadanos ante los acontecimientos relativamente impredecibles, como ha sido la COVID-19. El quinto apartado pone el énfasis en las carencias de las instituciones de previsión y de los responsables en salud pública. En la sexta sección, se subrayan las insuficiencias en la cultura científica de la ciudadanía y sus efectos. Todo lo anterior nos lleva al séptimo apartado, el de la discusión sobre si la fuerte repercusión de la *sindemia* en España ha sido un caso de mala suerte, una excepción, o no. Las conclusiones y recomendaciones cierran el capítulo.

2. La COVID-19 como *sindemia*

Horton (2020) ha defendido la condición de *sindemia* (o epidemia sinérgica) para las sociedades en las que la COVID-19 ha incidido más. En una *sindemia* ha de estar presente un factor cultural multiplicador que permita explicar la aparición de los epicentros³. Además, en estos

³ Un epicentro en términos de una pandemia es el punto de concentración humana en el que se origina

epicentros se han de apreciar fenómenos de comorbilidades⁴.

Suele pasar que es años después cuando se revela el factor multiplicador de una *sindemia* al poder cruzar estadísticas de las posibles variables coadyuvantes. Así, por ejemplo, en lo concerniente a la gripe de 1918, ha sido un siglo después cuando Clay *et al.* (2018) han dilucidado que la potente segunda onda de la industrialización, basada en la electrificación generalizada de la economía, había jugado un papel cultural relevante, al menos para Estados Unidos. No se trató, obviamente, de que el virus N1H1 fuera conducido por los electrones a través de los cables eléctricos, sino de que la instalación en las grandes ciudades de enormes centrales termoeléctricas produjo una extraordinaria concentración de polución por la quema del carbón. Esto debilitó fisiológicamente a los habitantes frente al virus N1H1 y multiplicó los efectos de la transmisión en situaciones de hacinamiento y penuria en las urbes con centrales.

En Pascual (2020) hicimos el trabajo de investigar la hipótesis comparada. ¿La polu-

una alta concentración de infectados y que, por sus dimensiones (normalmente una gran ciudad), actúa como un polo de propagación en forma de ondas o espiral hacia el espacio circundante. Un ejemplo ha sido la ciudad de Madrid y en concreto los distritos del sureste de la capital y las ciudades dormitorio del sur de la comunidad que, en consecuencia, más han sufrido las restricciones de movilidad.

⁴ Alba Rico (2021) hace una correlación aún más directa del término con la desigualdad social: “Hay desigualdad social —y por lo tanto geográfica— en la distribución de las vacunas como la hay en la distribución e incidencia de la enfermedad. Eso es, en realidad, lo que quiere decir *sindemia*”.

ción estaría agudizando la COVID-19? Y si fuera así, ¿cuál era el nexo entre polución y la actual sociedad digital? De encontrarlo, aquel sería algo así como las “chimeneas de las centrales termoeléctricas del 1918”. No lo encontramos. El ozono troposférico, el principal resultado de la contaminación moderna, no parece que haya tenido una relación causa-efecto directa con la virulencia de la COVID-19. Polución y COVID-19 simplemente son fenómenos concomitantes. Como en cualquier enfermedad infectocontagiosa —y más en una de transmisión aérea y especialmente por aerosoles, como lo es la COVID-19—, los grandes núcleos de población resultan más afectados que las poblaciones dispersas o rurales⁵. Sencillamente, es en los grandes núcleos de población donde hay más polución, pero no en todos los núcleos de entre 2 a 9 millones de personas y con alta tasas de polución se ha concentrado la mortalidad de la COVID-19.

Dado que la relación directa entre polución y COVID-19 es relativamente secundaria, entonces, había que saber más de la forma en la que el SARS-CoV-2 produce daños graves y causa las defunciones de una parte de los afectados.

Inicialmente este coronavirus fue clasificado como un virus respiratorio. El “primer apellido” que la OMS le dio asociaba al virus con las complicaciones respiratorias que causa: síndrome respiratorio agudo grave (Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS en sus siglas en inglés)⁶. La definición inicial de caso

⁵ Así sucedía con la gripe de 1918 (Mølbak Ingholt *et al.* 2020).

⁶ El 12 de enero de 2020 la OMS caracterizaba los efectos del nuevo virus con esta frase: “Los signos y sín-

que hizo la OMS relacionaba al SARS-CoV-2 con la idea de gripe, y apuntaba a transmisiones por tres vías: gotículas, contacto corporal y fómites. Incluso hoy en día, la definición de caso sigue estando asociada en esencia a los problemas respiratorios: “fiebre, tos, debilidad general/fatiga, cefalea, mialgia, dolor de garganta, resfriado nasal, disnea, anorexia/náuseas/vómitos, diarrea, estado mental alterado”⁷.

Ahora bien, entre un 20 y un 30% de las situaciones de extrema gravedad y mortalidad se derivan de que aparezca la denominada “tormenta de citoquinas” (síndrome por liberación de citoquinas), pero el detonante de esta inflamación, mediada por los linfocitos, proviene de la respuesta a la rotura de la barrera endotelial (el recubrimiento de los vasos sanguíneos) en los pulmones. No obstante, la rotura de la barrera endotelial también provoca la aparición de microtrombos en diferentes órganos del cuerpo, ocasionando diferentes daños vasculares. La gravedad de este complejo proceso depende, por un lado, de las variables genéticas de cada individuo y, sobre todo, de lo envejecido o deteriorado que esté el sistema inmunitario del contagiado por culpa de la edad, la hiper-

tomas clínicos notificados son principalmente fiebre y, en algunos casos, disnea e infiltrados neumónicos invasivos en ambos pulmones, observables en las radiografías de tórax”.

Ver: <https://www.who.int/csr/don/12-january-2020-novel-coronavirus-china/es/>

⁷ Ver OPS-OMS, 16 de diciembre de 2020: [https://www.paho.org/es/temas/coronavirus/brote-enfermedad-por-coronavirus-covid-19/definiciones-casos-para-vigilancia#:~:text=](https://www.paho.org/es/temas/coronavirus/brote-enfermedad-por-coronavirus-covid-19/definiciones-casos-para-vigilancia#:~:text=Criterios%20cl%C3%ADnicos%3A,%2C%20diarrea%2C%20estado%20mental%20alterado.)Criterios%20cl%C3%ADnicos%3A,%2C%20diarrea%2C%20estado%20mental%20alterado.

tensión arterial, la obesidad, la diabetes y las pautas sociales que las acompañan y que se resumen en el sedentarismo y una alimentación desequilibrada (Bernard *et al.*, 2020; Pons *et al.*, 2020).

La tormenta de citoquinas hizo que el SARS-CoV-2 se entendiese como un virus respiratorio y marcó la definición, dejando en un plano secundario las causas de muerte asociadas al daño vascular, especialmente durante el ascenso de la primera ola. Hubo que esperar hasta finales de marzo para que los médicos suizos, italianos y españoles empezaran a cambiar su estrategia de medicación hacia los antiinflamatorios y las estatinas, advirtiendo la implicación de la endotelitis en la COVID-19. A principios de abril, los investigadores en los hospitales ya habían abierto líneas de exploración en las que se relacionaba el daño vascular y la tormenta de citoquinas⁸.

¿Qué cuestión social y cultural predominante en los epicentros está relacionando la movilidad, el hacinamiento puntual y las personas con sistemas inmunitarios envejecidos/dañados? En este sentido, el enfoque

⁸ Fue así como J. M. Moraleda, en el Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria (IMIB), puso en marcha, a través de Fundación para la Formación e Investigación Sanitarias de la Región de Murcia, el ensayo clínico con el medicamento *defibrotide* para la prevención y el tratamiento de la dificultad respiratoria de COVID-19 y el síndrome de liberación de citoquinas. Ver: <https://ichgcp.net/es/clinical-trials-registry/NCT04348383>. En ese mismo mes aparecía en la sección de correspondencia de *The Lancet* el artículo de Varga *et al.* (2020) que abría el camino a entender la COVID-19 como una enfermedad vascular, una endotelitis, tal y como ahora la reconoce la Sociedad Europea de Cardiología.

sindémico permite preguntarnos por las razones culturales que, dentro de los epicentros, provocan que el SARS-CoV-2 se propague con más intensidad y se acentúen el daño vascular y la tormenta de citoquinas. Las respuestas se hallan, por el lado de las infecciones, en la especificidad de los movimientos (desplazamientos y lugares de infestación) en las ciudades más afectadas y, por el lado de las defunciones, en las características sociales de los enfermos graves y fallecidos. Tres recientes trabajos así lo afirman.

Chang *et al.* (2021), al analizar los patrones de movilidad de diez grandes áreas urbanas norteamericanas densamente pobladas, han puesto de manifiesto que las poblaciones pertenecientes a las minorías, a los estratos de bajos ingresos e inmigrantes llegan a doblar el riesgo de infección. Esto se debe, primero, a que estas personas en las grandes conurbaciones multiplican sus salidas del hogar por necesidades laborales, no pudiendo reducir su actividad ante medidas de restricción de la movilidad, ya que muchos suelen estar empleados en actividades catalogadas como esenciales y que se desarrollan habitualmente en establecimientos pequeños o muy concurridos. A su vez, esas personas compran en establecimientos más pequeños y frecuentados que en donde lo hacen las personas con ingresos más altos. Estos últimos tienen mayores posibilidades para teletrabajar, utilizar los servicios de entrega a domicilio e ir a establecimientos más espaciosos, permaneciendo, además, menos tiempo en ellos.

Por su parte, Charron *et al.* (2020, p. 5) y Bilal (2020, p. 85) indican que han sido las capitales dentro de regiones económicamente

dinámicas, con tasas de crecimiento económico comparativamente altas dentro de sus países, densamente pobladas, con numerosa población flotante y conectadas internacionalmente, donde se ha sufrido significativamente más la primera ola de la *sindemia*. De hecho, a partir de los datos del Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), los diez principales epicentros en el mundo son conurbaciones de entre 2 y 9 millones de habitantes. Tres son ciudades pertenecientes a economías en desarrollo en las que se concentra el crecimiento: Manaus en Brasil, Guayaquil en Ecuador y Ciudad de México. El resto son conurbaciones de economías ricas (Milán, Madrid, Barcelona, Dresde [Sajonia], Londres, Nueva York y Boston)⁹. Aunque el estudio de Charron *et al.* (2020) solo se refiere a las regiones europeas, encuentran que aquellas con mayor grado de polarización política, caracterizadas por una fuerte brecha en la confianza política entre los partidarios y los opositores de los Gobiernos, y administradas por dirigentes antieuropeistas, presentan un mayor grado de defunciones en términos relativos, hasta el caso extremo de quintuplicarlas. Los autores relacionan estas disparidades con los problemas para llevar a cabo las estrategias de supresión contra pandemias (restricciones, confinamientos, exigencia de medidas antisépticas, organización de los rastreos y

⁹ Ver <http://www.healthdata.org/>. La herramienta de visualización de los datos va trasladándose en el tiempo, de modo que la primera ola ya no se puede observar y hay que descargarse los datos para tener una visión completa en el tiempo. Hasta que no concluya la pandemia no se tendrá una apreciación real de las zonas que han sido epicentros crónicos.

organización de las pruebas analíticas), ocasionando un mayor número de defunciones. La correlación es cierta y otros estudios la corroboran para Estados Unidos (Rodríguez *et al.*, 2020; Druckman *et al.* 2020; Clinton *et al.* 2021).

Sin embargo, las correlaciones de los trabajos como los de Charron *et al.* (2020), a nuestro juicio, no son plenamente de causa-efecto, sino más bien de síntoma-efecto. La polarización política es el síntoma del *desclasamiento*¹⁰ (merma de las clases medias) y del fenómeno de la *desigualdad opulenta* (alta velocidad de incremento de la desigualdad social a la vez que aumenta la riqueza). A su vez, ambos factores tienen como corolario el deterioro del sistema inmunitario tanto vía envejecimiento como vía obesidad, diabetes e hipertensión arterial.

Ahora cabe relacionar los hallazgos de los grupos de investigación, porque desclasamiento y desigualdad opulenta son a su vez las causas que están detrás de los patrones de movilidad y hacinamiento que observan Chang *et al.* (2021). El binomio desclasamiento-desigualdad opulenta permite incluso integrar en la explicación a Guayaquil, Manaus y Ciudad de México, donde ha habido crecimiento económico, inclusive durante la Gran Recesión, pero concentrado en las élites (desigualdad opulenta)¹¹. En este sentido el

trabajo de Bilal (2020, gráfico 9) sintetiza las dos visiones y presenta el caso de Barcelona en relación con los de Chicago, Filadelfia, Nueva York e Inglaterra.

Mientras el enfoque *sindémico* nos conduce a analizar la COVID-19 como una epidemia que se ve agravada por el proceso cultural de desclasamiento y desigualdad opulenta, el enfoque epidémico resaltaría el grado de vulnerabilidad fisiológica de cada población como base de la explicación de los fenómenos de concentración/intensidad de la incidencia¹². Así, por ejemplo, para Madrid y Barcelona, con poblaciones con altas esperanzas de vida (85 y 84 años respectivamente) y, en consecuencia, altas longevidades, desde un enfoque epidémico es fácil achacar a la vejez de la población buena parte de la explicación. Sin embargo, el enfoque *sindémico* nos pondría sobre la pista de que una parte de la población mayor ha sufrido desclasamiento y desigualdad opulenta. Por un lado (el del desclasamiento), son muchas las personas que se han visto obligadas a salir de sus casas en el último decenio para pasar a un sistema de residencias de gran tamaño bajo modelos de explotación some-

fue acomodando a nuevas situaciones, explotando nichos *second best* que, sin presentar desclasamiento y desigualdad opulenta generalizados, sin embargo, o bien registran bolsas de aquellos (Dresde) o habían conseguido permanecer en suspenso frente al fenómeno (Portugal).

¹⁰ Milanovic (2020) y Chacel (2019, 11: figura E4).

¹¹ Nótese que México, Brasil y Ecuador presentan crecientes altas tasas de obesidad, a la vez que cuentan con ciudades comercialmente muy dinámicas. Los trabajos de Chang *et al.* (2021) y Charron *et al.* (2020) se refieren a la primera ola. En el momento que la *sindemia* se fue moviendo en el tiempo y espacio, se

¹² La vulnerabilidad fisiológica deriva de la relación entre las características que acentúan la virulencia del SARS-CoV-2, (estacionalidad, mutabilidad y malignidad) y la precariedad del sistema inmunitario de la población debida a la vejez, la obesidad, la diabetes, las variables genéticas proclives y las carencias en la reactividad cruzada.

tidos a una fuerte optimización empresarial. Este proceso se ha agudizado porque la Gran Recesión no ha auspiciado el desarrollo del llamado cuarto pilar del Estado de bienestar: la protección de la dependencia¹³. Al no desarrollarse la Ley de la Dependencia, ha habido que desplegar rápidamente un sistema de atención relativamente masificado y basado en el trabajo de lo que en Chan *et al.* (2021) se entiende como procedente de grupos desfavorecidos. Por otro lado (el de la desigualdad opulenta), la dependencia ha sido sustituida por el trabajo a domicilio de personas pertenecientes también en buena medida a esos grupos socialmente desfavorecidos. Por último, principalmente las mujeres de la clase media han tenido que enfrentarse como cuidadoras no remuneradas a la atención de sus mayores para que estos no quedasen desclausados. En este esfuerzo realizado durante la pandemia su percepción de la ayuda recibida por las Administraciones y la sociedad es, para el caso español, una de las más negativas del mundo¹⁴.

¹³ Los informes anuales de DBK (2019) señalaban esa tendencia hasta la aparición de la COVID-19 (Recio, 2020).

¹⁴ Según el informe de Merck *Embracing Carers* (2020), los cuidadores españoles indican en mayor medida que los de otros once países estudiados (Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Francia, Alemania, Italia, Australia, Brasil, Taiwán, India y China), que no reciben suficiente apoyo de los servicios sociales/profesionales sanitarios (64% frente al 51% de promedio para los doce países), sus ayuntamientos (64% frente al 50%), Gobierno regional (64% frente a 56%), Gobierno nacional (63% frente al 57%), compañías de seguros (61% frente al 51%) y empresas privadas (59% frente al 52% de promedio de los doce países).

Aunque la primera impresión y la intuición puede hacernos pensar que la COVID-19 va a ocasionar una discriminación social entre los fallecidos, lo cierto es que, a la espera de estudios concluyentes, la morbilidad por clases sociales será posiblemente parecida en tantos por ciento. Es lo que sucede cuando la transmisión es aérea y la desigualdad opulenta provoca el contacto de unas clases con otras. Ahora bien, al ser la COVID-19 una *sindemia*, allí donde incide, pone de manifiesto unas notables desigualdades sociales. El estudio de Bilal (2020, 90) no deja mucho lugar a dudas:

Así, según datos de la Agència de Salut Publicade Barcelona (...), la incidencia en la capital catalana ha sido mucho mayor en personas que viven en zonas de renta más baja. En concreto, aquellos que viven en zonas correspondientes al quintil inferior de renta han tenido 2,4 veces más incidencia de COVID-19 que los que viven en zonas de renta más alta. En el Reino Unido, según datos del estudio OpenSAFELY basado en historias clínicas electrónicas de 17 millones de pacientes, las personas residentes en zonas con mayor privación económica tuvieron 2,1 veces mayor mortalidad por COVID-19 que las que vivían en zonas con más recursos.

[En] (...) Nueva York, Chicago y Filadelfia también hemos encontrado enormes desigualdades en incidencia y mortalidad por COVID-19. En las tres ciudades, las personas que viven en barrios cuyos códigos postales denotan mayor nivel económico sufrieron menor incidencia y mortalidad.

El perfil del cuidador es mujer (65%), de clase media (el 43%), empleado (75%) y urbanita (81%).

Estas desigualdades terminan haciéndose patentes en las discordias entre ciudadanos y los responsables políticos de la salud pública al entrever la asimetría social de la *sindemia*. Dependiendo de su intensidad y del grado de desigualdad social que manifiesta, la *sindemia*, lleva en poco tiempo contra las cuerdas al sistema de alerta/prevenición e información sobre las infecciones. Es cierto que estos sistemas están compuestos por expertos en salud pública y epidemiólogos bien preparados, pero a la vez sesgados en sus apreciaciones hacia el lado fisiológico de la *sindemia*. Ven con facilidad la epidemia y su paliación, pero no la *sindemia*, de modo que les cuesta explicar lo que supondría desarrollar las, llamémoslas, “vacunas sociales”. Los aspectos sociales claro que los contemplan. Los expertos en salud pública y epidemiólogos dedican buena parte de su educación y atención a estos asuntos, pero corren el riesgo de tomarlos como una variable explicativa agregada y subsumida en el sistema inmunitario del paciente o fallecido. Pueden estimar que las personas mayores mueren por su edad cuando pudiera ser que en muchos casos lo que está débil es el ecosistema de residencias en el que viven los ancianos, un sistema aquejado de desclasamiento y el fenómeno de desigualdad opulenta. Nos encontramos con que la rápida improvisación de las UCI ha sido la solución coyuntural inmediata a la espera de desarrollar la vacuna (durante la primera, segunda y tercera olas) y ahora de concluir la vacunación. Pero el problema de fondo social seguirá existiendo a la espera de que vengan nuevas *sindemias*.

Introducir la perspectiva de la *sindemia* implica que el grupo de expertos ha de ser muy

pluridisciplinar y, con los tiempos que corren, cuajado de matemáticos y aplicadores de métodos de análisis basados en la IA (inteligencia artificial), el *big data* y el *Internet of the Things* (IoT). Solo así se explorarán otras partes de la realidad y las variables relativas al deterioro del sistema inmunitario de la población se correlacionarán con la desigualdad opulenta y el desclasamiento.

La población intuyó, al inicio de la *sindemia*, la incapacidad del sistema de alerta/prevenición e información; incluso se extendió la creencia de que los expertos hacían seguidismo político y ocultaban información. Aunque esta escala de valores pueda sorprendernos, el European Council on Foreign Relations realizó, tras la primera ola de la *sindemia*, una encuesta entre la población de nueve países europeos para conocer la percepción que tenían los ciudadanos sobre la ciencia y los expertos (Krastev y Leonard, 2020). Solo el 35% de los europeos encuestados creía que el trabajo de los expertos responsables de la salud pública había sido beneficioso para ellos y respetaban los consejos y criterios que habían dado. Mientras, el 38% recelaba de los expertos —pues juzgaban que los políticos los instrumentalizaban, de forma que al final ocultaban información al público— y el 27% directamente no confiaban en los responsables. Los porcentajes negativos se disparaban en los países más afectados por la *sindemia*. En el caso de España, la confianza solo llegaba al 21%, el recelo subía al 45% y la falta de fe ascendía al 34%. Estos porcentajes eran aún más extremos según la ideología, llegándose al caso de los votantes de Vox, los más recelosos de Europa, ya que solamente el 3% de ellos confía en los expertos.

Ahora bien, todo lo anterior eran solo valoraciones. La práctica y los conocimientos de la cultura científica ciudadana con respecto a las epidemias mejoró sensiblemente con el paso de las olas. En la actualidad se ha generalizado en la población la comprensión sobre lo que son los virus, los mecanismos de infección y el discernimiento de los datos estadísticos esenciales de la inmunología, como son las tasas de letalidad (porcentaje de casos que acaban en muerte) y de transmisión¹⁵. Esto ha permitido que en un país como España los ciudadanos dialogaran, a través de los medios de comunicación tradicionales y sociales, con los científicos y los periodistas especializados¹⁶.

¹⁵ Ahora bien, Sáez Zafra *et al.* (2020) señalan que se produjo una notable confusión terminológica por parte de los comunicadores y divulgadores, al menos en la primera ola. A su juicio contribuyó la baja calidad de los datos proporcionados, cuando no nula, o la deficiente disponibilidad de ellos. Habiendo sido uno de los países más golpeados por la *sindemia*, apenas se ha producido información científica cuantitativa de interés.

¹⁶ Como indica D. Bernardo (2020), los inmunólogos han sufrido un “*shock* tremendo”, pues acostumbrados a trabajar en un campo “opaco”, “alejado de los pacientes” y “de investigación básica con poca aplicabilidad en la práctica clínica a corto plazo”, se han visto explicando el comportamiento de la *sindemia* y del virus en los medios de comunicación clásicos y especialmente en los electrónicos y los sociales. Portales como *DCiencia* y *The Conversation* han apostado claramente en este sentido por reforzar la ciencia abierta. De igual manera, las agencias de noticias científicas SINC (Servicio de Información y Noticias Científicas) y DiCyT (Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología) han permitido seleccionar y difundir los estudios claves sobre la *sindemia*. A ellos se han sumado las iniciativas de las so-

La repercusión ha provocado un cambio positivo en la toma de conciencia del valor de la ciencia entre los políticos y ha reforzado la que tenía entre los ciudadanos, hasta el punto de que 2020 se podría recordar, no solo como el año de la *sindemia*, sino también, gracias a ella, como “El año de la ciencia”¹⁷. Ahora bien, estos “brotos verdes” no dejan de ser sintomáticos del desierto y la falta de reconocimiento de donde se venía.

2.1. La tensión entre ciencia y política: la deuda histórica con la investigación científica

Quien logra el poder político necesita disponer de conocimientos y recursos que no dependen de él. Esto crea una tensión, que en el caso de la relación ciencia-política procede de la información de la realidad que proporcionan los científicos a los políticos y de la imagen de la realidad que los políticos desean construir a partir de la actividad de los científicos. Los políticos se acercan a la ciencia porque esta busca y analiza las propiedades objetivas de la realidad, derivadas

ciudades científicas y para la divulgación de la ciencia y la cultura científica, como las de la COSCE (Confederación de Sociedades Científicas de España), la AECC (Asociación Española de Comunicación Científica) y la AEAC (Asociación Española para el Avance de la Ciencia). Sus páginas webs, vídeos, canales y blogs dan buena cuenta de lo mucho que se ha hecho. Véase, por ejemplo, <https://saludcomunitaria.wordpress.com/>. Una mención especial merece el esfuerzo del blog *Conversaciones sobre la Historia*: <https://conversacionessobrehistoria.info/?s=pandemias>

¹⁷ El periódico *El País* titulaba su dominical del 27 de diciembre como “El año de la ciencia”.

de conocimientos científicos genuinos y nuevos, no de “construcciones sociales” impuestas por el propio poder político (Quintanilla Fisac, 2012)¹⁸.

Richard Feynman sintetizó esta tensión en el informe encargado por el Gobierno norteamericano en 1986 sobre el desastre del transbordador espacial *Challenger*. El momento de tensión llegó cuando Feynman reveló los detalles de orden científico y tecnológico de las principales causas de la desintegración de la nave. La NASA era reacia a aceptar la realidad mostrada por Feynman, de modo que este introdujo una frase en las conclusiones del informe que le hizo célebre entre los ciudadanos: “Para que una tecnología sea exitosa, la realidad debe prevalecer sobre las relaciones públicas, pues no se puede engañar a la naturaleza”¹⁹.

Esta frase supuso un antes y un después en la conciencia científica de los ciudadanos norteamericanos. Cuando un político pide consejo a un científico acerca de cualquier

tema de su especialidad o de la gestión global de la ciencia, lo último que quiere oír es que le digan que las cuestiones científicas son ellas mismas cuestiones de poder, que lo importante no es saber qué teoría es verdadera, sino quién tiene el poder para “construir” esa verdad. El político ya sabe que tiene cierto poder para promover el estudio de una rama de la ciencia o de otra alternativa, y ya sabe que eso puede influir en el rendimiento del subsistema científico de una sociedad, pero cuando pregunta al científico o al analista de la ciencia, espera que le den razones objetivas y de peso a favor de una u otra decisión, no que le digan que él tiene el poder para inclinar la balanza en un sentido o en otro. Si fuera verdad, como quiere Latour, que la ciencia es la política perseguida por otros medios, perdería su valor cognitivo e *ipso facto* dejaría de tener interés para la política (Otero, 1995)²⁰.

Decir que la construcción del conocimiento científico es el resultado de las relaciones de poder en el espacio social de un laboratorio, de una comisión de investigación, de un panel de expertos científicos durante una *sindemia* o en el sistema social de un país o de una comunidad en su conjunto, equivale a renunciar a la existencia del espacio propio de la ciencia. No podemos cambiar las reglas del juego de la ciencia, aunque tuviéramos el poder para ello. Porque el resultado no sería una ciencia más rentable, productiva o exitosa, sino otro

¹⁸ De igual manera, como indica Alba Rico (2021): “El mercado, digamos, necesita vender verdadera ciencia y necesita disolver, al mismo tiempo, las únicas condiciones en las que la humanidad puede producir verdadera ciencia; necesita una comunidad científica universal y efectiva y necesita —y no sólo en el ámbito de la ciencia— destruir todos los vínculos comunitarios universales y efectivos. Cuando no somos capaces de advertir y afrontar esta contradicción, acabamos cediendo sin remedio a una de estas dos tentaciones: la de confiar en el mercado, confundiéndolo con la ciencia, o la de desconfiar de la ciencia, confundiéndola con el mercado”.

¹⁹ En el original: “For a successful technology, reality must take precedence over public relations, for Nature cannot be fooled”.

²⁰ Lo que sí puede suceder es que el político diseñe mal la institución de asesoramiento, ya que se ve tentado a condicionar la independencia de los científicos, utilizar la libre designación estratégicamente o coartar el realismo científico si éste merma su credibilidad, tal y como Feynman denunciase.

juego, el de las patrañas pseudocientíficas o las especulaciones ideológicas. El realismo científico parte de que las reglas del juego ya están dadas, y de lo que se trata es de jugar cada vez mejor con esas reglas, enriquecidas con las que la propia ciencia vaya generando, no con las que imponga el o la ministra del ramo o el dueño o propietaria del laboratorio.

En el caso de la COVID-19 en España, la tensión entre ciencia y política se ha dado en la confección de la Comisión de Expertos que creó el Gobierno para asesorarse y en la relación que ha mantenido con las sociedades científicas de todo tipo. Puede parecer un hecho coyuntural, pero al final el punto crítico de esa tensión termina estando en si el político toma conciencia de la deuda que tiene como ciudadano con la investigación básica.

Si la investigación científica en sí misma no tiene para los ciudadanos y políticos un valor intrínseco y diferenciado que merezca la pena preservar y aumentarse, entonces solamente será objeto de atención por parte del poder político de forma vicaria y subordinada a otros objetivos, por ejemplo, de carácter ideológico o económico.

A todos los que toman posiciones relativistas sobre el valor de la ciencia les parece normal que en tiempos de crisis económica una de las primeras partidas que sacrifican los Gobiernos sea la que se dedica a investigación y desarrollo en las instituciones académicas, prioritariamente dedicadas a la investigación básica, ya que se considera como un objeto de consumo de lujo al que se debe renunciar para atender otras prioridades. En cambio, los resultados de la investigación básica, aunque siempre tentativos e incompletos, proporcionan conocimientos del máximo nivel de

calidad acerca de la realidad en la que se desenvuelven nuestras vidas. Por lo tanto, independientemente de las coyunturas por las que atraviese nuestra sociedad, el conocimiento científico debe considerarse siempre parte del patrimonio conseguido con el esfuerzo de toda la humanidad a lo largo de su historia.

Hay otras muchas tradiciones que se desarrollan a lo largo de siglos y que llegan hasta nuestros días, en el campo de las religiones o las artes o la política, pero la tradición científica es la única que presenta un incesante dinamismo, debido a su carácter creativo y acumulativo: gracias a la ciencia sabemos hoy más que ayer y podemos confiar en que seguiremos aumentando nuestra capacidad para conocer y controlar la realidad. Sin ciencia la población del mundo chocaría una y otra vez con su posibilidad de crecimiento. Se habría quedado oscilando entre los 800 y 500 millones al albur de pandemias capaces de diezmar entre un tercio y a mitad de la población. Es lo que se denomina ciclo secular maltusiano. La ciencia permitió saltar ese ciclo en el siglo XVIII, lo cual nos ha conducido a los 7800 millones actuales. Sin duda, los 2,6 millones de muertos que la COVID-19 ya ha ocasionado (principios de marzo de 2021) es una cifra alarmante. Además, tendremos que sumar posiblemente un 40% más por las comorbilidades y añadir los fallecidos hasta conseguir la vacunación universal. Sea cual sea la cifra final, será muy pequeña en términos comparados porcentuales con anteriores pandemias. Recuérdese que la pandemia de la gripe española de 1918, cuando los habitantes del planeta era 1825 millones, se cobró la vida de unos cincuenta millones de personas; aunque algunos cálculos estiman que solo

fueron diecisiete millones atendiendo solo a causas directas. Sin embargo, otros especialistas elevan la cifra hasta los cien millones. Sin ciencia, las pandemias podían llevarse hasta el 30% de la población cuando estábamos sometidos al ciclo secular maltusiano. La gripe española, en el peor de los escenarios (100 millones de muertos), habría acabado con el 5,5% de la población. En comparación, la *sindemia* ocasionada por el SARS-CoV-2 posiblemente llegará a causar la muerte del 0,1% de la población mundial.

Generalmente, cuando heredamos del pasado algún bien cultural de extraordinario valor, aceptamos el compromiso de preservarlo para legarlo de nuevo a generaciones futuras, aunque eso requiera algún sacrificio por nuestra parte. Pues bien, tal es el caso de la ciencia básica: es el producto de siglos de investigación y de acumulación de resultados, pero su legado es frágil, porque la única forma de conservarlo es haciéndolo crecer. Como dice el premio Nobel de Física, Leon Cooper (2007), es el pago de una deuda del pasado y no debe contemplarse como una inversión en el presente. Pero hay una premisa en todo este razonamiento que es preciso mantener: la que supone que el conocimiento científico tiene un valor intrínseco, básico e irremplazable.

Habiendo llegado hasta aquí, cabe preguntarse por qué los españoles (y en particular la clase política) no tienen la conciencia de deuda que les incitaría a invertir en ciencia y rechazar cualquier opinión o acción de rebajar o mermar los presupuestos públicos en ciencia. No queremos remontarnos al pasado para dar la respuesta, sino centrarnos en lo que creemos que la COVID-19 está provocando. Real-

mente, ¿podía algún político decir después de la primera ola que los presupuestos en ciencia se debían de reducir? ¿A qué se ha enfrentado la ciudadanía para, esta vez sí, no permitir “ahorrar” en ciencia?

2.2. La percepción científica ciudadana de lo improbable

Cualquier sistema o comunidad humana muestra sus debilidades y fortalezas ante un estrés contundente y continuado, más aún cuando dicho estrés procede de un acontecimiento impredecible (lo que se ha dado en llamar un *cisne negro*) o, cuando menos, improbable (intitulado como *rinoceronte gris*).

A principios del siglo XXI, Nassim N. Taleb (2010) dio coherencia al concepto de *cisne negro* y estableció los criterios para identificar si un fenómeno puede ser considerado como tal. El propio Taleb ha indicado que la COVID-19 no es un *cisne negro*. La *sindemia* se encuadraría, más bien, en la denominación de *rinoceronte gris* de M. Wucker (2016). Wucker ha señalado que la COVID-19 sí se adecua a la metáfora que ella utiliza. Para esta analista, una sociedad, comunidad o institución puede quedarse aturdida al ver aparecer “el rinoceronte”. El problema es que esa sociedad ha sido ya sorprendida y que, por tanto, estaba desprevenida. Los fenómenos de pánico son inevitables, pero casi sin tiempo surge la gran pregunta: ¿cómo es que no vimos venir “un rinoceronte grande y gris”?

La pregunta queda latente, puesto que la urgencia hace que se tenga que aplazar. Ya no se puede remediar el pasado. Pase lo que pase, esa sociedad va a salir afectada. Tan solo

queda dejarse pisotear o tomar medidas radicales para evitar, en lo posible, la cohorte de eventos negativos y sus subsecuentes crisis²¹.

¿De qué depende la imprevisión y la capacidad de reacción de las sociedades y comunidades? A nuestro juicio esta es una cuestión que tiene una respuesta profundamente económica, y que debería ser preguntada de la siguiente forma: ¿cuánto margen económico tienes para afrontar lo imprevisto? En este sentido, tres son los factores que nos ponen sobre la pista del problema:

- La debilidad en la capacidad de reacción inmediata.
- La insolvencia o endeudamiento que se arrastra.
- La carencia previa en la capacidad prospectiva.

Los tres factores están unidos. Cuando no se tiene para llegar a fin de mes es fácil tener que endeudarse y todo queda supeditado a resolver el día a día. Es entonces cuando una sociedad no tiene mucho tiempo para mirar al futuro, se desclasa con facilidad y surge la desigualdad opulenta. ¿Qué podemos decir de estos tres factores para el caso de la sociedad española?

²¹ El famoso artículo de blog de Pueyo (2020) es un estado de la cuestión realmente sintético y de calidad redactado a mediados de marzo, de modo que refleja, con su metáfora de “el martillo y la danza”, las actitudes que se fueron modificando a la luz de lo que se conocía e ignoraba sobre el SARS-CoV-2. El martillo son las medidas radicales, mientras que la danza son los procesos de apertura. Para realizar esta danza es imprescindible contar con planes de contingencia, es decir, con capacidad de prospectiva y una población “entrenada” en los conceptos matemáticos de la dinámica de una epidemia.

2.2.1. Debilidad en la capacidad de reaccionar inmediatamente

La Encuesta Continua de Hogares (ECH) del Instituto Nacional de Estadística (INE) permite conocer desde 2004 hasta 2018 porcentualmente el grado en el que los hogares españoles tienen dificultades para llegar a fin de mes. En 2018, último año del que se disponen de datos, el 54% de los hogares estaban en esta circunstancia. Es cierto que se venía de una situación muy mala provocada por la Gran Recesión de 2008. De hecho, en 2013, el momento álgido de aquella crisis aún no resuelta, el porcentaje de hogares con problemas llegó al 65%. ¿Es la población española una excepción en esta situación?

La European Quality of Life Survey (EU-SILC) de la European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions — European Union Agency (EUROFOUND) contiene la misma pregunta, pero únicamente para empleados y autónomos. En 2016, último año con el que contamos con referencias, el porcentaje para España de trabajadores con serios y habituales problemas para llegar a fin de mes era del 18%. En el Sur de Europa, solo los italianos superaban ese porcentaje (19%), ya que Francia alcanzaba el 17% y Portugal el 15%. Frente a ellos, los “países frugales” iban del 3% de Finlandia al 8% de Holanda, a los que habría que sumar Alemania con un 7%. Pero si a esto unimos que España tiene la tasa más alta de desempleo de los países mediterráneos (16,13%²², frente al 12% de Italia, el 8% de Francia y el 6% de

²² Datos disponibles en: <https://www.epdata.es/datos/paro-espana-hoy-epa-ine/10/espana/106>

Portugal), se puede concluir que el potencial para reaccionar estaba mermado entre estos países, pero algo más en España a la hora de que la población en general pudiera oponerse a un *rinoceronte gris*.

2.2.2. Insolvencia que se arrastra

Con respecto a la insolvencia, los países latinos en 2019 difícilmente podían enfrentarse con liquidez y abundancia a los imprevistos. Unos rondaban un nivel de endeudamiento del 100% del PIB (España y Francia) pero incluso otros estaban por encima (115% para Portugal e Italia). Comparativamente, los *países frugales* contaban y cuentan con una notable solvencia, ya que su deuda pública está en una media del 60% de sus respectivos PIB.

Vistos los dos primeros factores lo que se aprecia es que España no es muy excepcional con respecto a sus vecinos latinos. A todos ellos el cuerno del rinoceronte les podía sorprender, como así fue, con la excepción de Portugal, al menos en la primera oleada²³.

2.2.3. Carencia de capacidad prospectiva

Veamos ahora el tercer factor: la carencia de capacidad prospectiva. El hecho de no contar con planes generales de contingencia e instituciones *ad hoc* es una buena vía para explicar lo sucedido en el caso español.

²³ El caso de Portugal frente a lo sucedido en España actúa como “grupo de control” en esta argumentación, pero este aspecto lo dejamos para el apartado de discusión (apartado 7).

La COVID-19 ha dejado al descubierto muchos problemas y algunas virtudes de nuestra sociedad. Tras iniciarse la primera fase del confinamiento fueron muchos los ciudadanos que manifestaron cierto pánico, o al menos incompreensión, frente a lo que estaba sucediendo. No fue hasta que se percibió que el sistema sanitario estaba haciendo frente con éxito a la situación cuando la actitud ciudadana y la confianza en la sanidad aumentaron. Los ciudadanos tuvieron que reconocer las debilidades de su sistema sanitario, tomaron conciencia de su importancia y de que debían solucionarlo. Posiblemente esto conduzca a que se corrijan las insolvencias en ese sistema, pero la percepción con respecto a las carencias del Sistema de Ciencia y Tecnología (SCT) no ha sido tan clara. Sin embargo, el principal problema de la intensidad que tomó la COVID-19 en España estuvo, por un lado, en la carencia de capacidad prospectiva, de previsión, que mostró el SCT y, por otro, en las dificultades que atravesaba la población para poder prever y comprender lo que se avecinaba.

En este punto es necesario volver a Taleb. Las salidas en falso con anteriores *rinocerontes* y *cisnes* impiden una buena comprensión de los que vengan en el futuro. Veamos este asunto en profundidad.

2.3. El ciudadano desnudo de instituciones de previsión

A nuestro juicio el retraso en la reacción, el hecho de que no sonaran las alarmas a su debido tiempo o con la rotundidad necesaria, y que no se alcanzase un consenso entre los responsables de la salud pública y en los procedimientos

a seguir por los políticos, están detrás, también, de que los brotes del contagio derivasen en epicentros. Ahora bien, no hay que relegar a un segundo plano que allí donde los brotes se han convertido en epicentros y, en consecuencia, la *sindemia* se ha consumado, ha sido por el desclasamiento y la desigualdad opulenta. Además, en esos agravamientos ha entrado en juego la “inteligencia” del SARS-CoV-2, con su capacidad de mutar y adaptarse a ambientes naturales específicos. Por tanto, no hay una única causa y no será hasta dentro de un tiempo que podamos delimitar con rigor el peso de cada una. No obstante, buena parte de los medios de comunicación y las oposiciones políticas han incidido en la incapacidad de prevención por parte de los Gobiernos como la causa principal de la aparición de epicentros de la COVID-19 en sus territorios. El Gobierno de España, y los de la mayoría de sus autonomías, no han sido una excepción, pero ¿realmente al analizar su sistema de vigilancia, previsión y prevención se pueden apreciar carencias, infradotación u obsolescencia?

2.3.1. La exigua dotación de capital humano del SCT

En la crisis del 2008 asistimos a una drástica disminución en la incorporación del personal investigador. En los dos anteriores *Informes sobre la Ciencia y la Tecnología* de la Fundación Alternativas se ha estudiado este asunto exhaustivamente. En el caso particular de las instituciones de previsión, esas mermas son reveladoras. No tenían recursos humanos para operar como “despertadores” desde el SCT para toda la sociedad y los políticos:

- En el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), más del 65% de sus miembros superaba los 50 años en 2018, cuando tradicionalmente se había mantenido en un 40%.
- La disminución de plantilla en el Instituto Carlos III ha sido de un 24% entre 2008 y 2019.
- El Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CCAES) del Ministerio de Sanidad, que tendría que ser la institución clave en la *sindemia*, tiene una reducida dotación de personal (quince personas).

Como se ha expuesto en el apartado anterior no es válido esgrimir el contraargumento de que el gasto en I+D por parte del Estado para paliar situaciones de falta de dotación de recursos, como las expuestas, habría aumentado el déficit, precisamente cuando había que destinar fondos crecientes a las necesidades perentorias (seguro de desempleo y pensiones). El Estado y los ciudadanos tienen una deuda histórica con la ciencia. Al minorar la entrada al SCT de nuevos y jóvenes investigadores, se generó el agotamiento vital de las instituciones y una desafección en la sociedad por la carrera científica²⁴.

²⁴ La exclusión de un capital humano altamente cualificado, que tenía que haberse incorporado al SCT, ha ejercido una desafección general de la sociedad sobre la ciencia. Turchin ha indicado que crear un colectivo compuesto por un gran número de jóvenes con alto grado de formación que luego resultan ser innecesarios, crea situaciones de inestabilidad y desvertebración social: “An excess of young people with advanced degrees has been one of the chief causes of instability in the past” (Turchin, 2010, p. 608).

2.3.2. Una estructura de prospectiva anticuada e incipiente

Justo a principios de 2020, la prospectiva estaba ligada en el Ejecutivo español, por mor de la Gran Recesión, a la Oficina Económica de la Presidencia del Gobierno. Precisamente en el mes de enero de 2020, esta oficina desapareció, quedando subsumida en el Gabinete de Presidencia de Gobierno, en el que se creó la Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia de País a Largo Plazo. Por primera vez se contaba con una oficina de estas características liderando la estrategia gubernamental española. Desgraciadamente no dio tiempo a que pudiera actuar y apreciar la *sindemia*. Desde abril ha sido en esa estructura donde se ha empezado a configurar una respuesta coordinada.

La bisoñez de las estructuras del Ejecutivo podía haberse paliado con una tradición más asentada de integración de la ciencia como criterio de evaluación en el legislativo, tal y como hemos defendido desde hace treinta años (Quintanilla Fisac, 1990). Desafortunadamente al poder legislativo no le ha dado tiempo a consolidar la Oficina de Asesoramiento Científico y Tecnológico del Parlamento, surgida al final de la anterior legislatura²⁵. Sin la Oficina, el Parlamento solo opera *a posteriori*, vía comisiones de investigación, con la salvedad de la Dirección de Estudios, Análisis y Publicaciones de la Secretaría General. Carece de las capacidades de prospectiva y de evaluación de las políticas públicas, ambas esenciales para poder entender los *rinocerontes* y *cisnes*.

²⁵ El retraso es notable si se considera que las primeras iniciativas son de los años noventa (Quintanilla Fisac, 1990).

Por otro lado, tampoco existe en España un asociacionismo científico potente, ni fundaciones privadas de investigación relevantes capaces de operar a modo de cuarto poder con su crítica constructiva, asesoramiento desinteresado y habilidades de predicción y evaluación²⁶. En consecuencia, sin estos dos supervisores externos, los organismos de asesoramiento científico oficiales corren un alto riesgo de ser capturados por los intereses del poder ejecutivo. Los científicos son relegados a meros consejeros áulicos de las estructuras de prospectiva y estrategia del Ejecutivo²⁷; una sospecha que los ciudadanos, como ya hemos

²⁶ Las Reales Academias y las asociaciones científicas, agrupadas estas últimas en la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), no tienen peso institucional suficiente. El intento de implicar a los ciudadanos en la ciencia por parte de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC) aún no se ha consolidado. Por otra parte, las fundaciones ya están virando para dar peso a la ciencia en sus objetivos (Fundaciones Areces, BBVA, Santander, La Caixa y las de la familia Roig), pero su peso en el SCT está lejos de los estándares internacionales.

²⁷ Organismos como el Consejo de Seguridad Nacional (CSN), que es el órgano adscrito a Presidencia y encargado de elaborar la Estrategia de Seguridad Nacional, o las Comisiones Delegadas o Interministeriales, como la creada el 25 de febrero para el Coronavirus, son las instituciones principales de prospectiva y estrategia. Ver: <https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/ruedas/Paginas/2020/rpcm25022020.aspx>. El CSN tiene una seria carencia de puestos permanentes asociados a entes científicos. Solo en su última reunión, del 4 de marzo de 2020, fue invitado (no es miembro nato) el Ministro de Ciencia e Innovación. Ver: <https://www.dsn.gob.es/es/sistema-seguridad-nacional/consejo-seguridad-nacional#collapseFive>

visto, tienen muy presente en sus respuestas en las encuestas de confianza en la ciencia y los expertos.

En las anteriores ediciones de este informe ya se ha indicado el problema de la falta de contrapesos en la Administración. Sin entrar en detalles, y basándonos en los anteriores informes, es suficiente recordar que muchos científicos en el SCT español, por su marcado carácter jerárquico/administrativo, no rinden cuentas ante sus homónimos y comunidades científicas nacionales e internacionales cuando son nombrados para los organismos científicos del Estado, sino que suelen inclinarse ante cargos ministeriales, pudiendo ser abocados a relajar su *ethos mertoniano* (el prestigio ético frente a sus colegas).

Al carecer el SCT de instituciones potentes de información y predicción alternativas a las del Ejecutivo, como la Oficina Parlamentaria, o gabinetes influyentes de fundaciones privadas y asociaciones científicas, el poder ejecutivo ha tenido las manos libres para designar a sus asesores. Pronto surgió en la prensa y en las sociedades científicas, ante la crisis de la COVID-19, la crítica por la falta de idoneidad en el proceso de selección de los expertos escogidos por el Ejecutivo (Comité de Gestión Técnica del Coronavirus). Estas críticas no son un fenómeno exclusivo del caso español. Tanto en el Reino Unido como en España la opinión pública y publicada ha criticado la injerencia del Ejecutivo en la selección del grupo de expertos. Por supuesto, no era la valía personal de los científicos lo que se discutía, sino la independencia con la que podían actuar al ser de designación gubernamental, aunque en otro plano, ha sido notoria la ausencia entre los seleccionados de expertos matemáticos y

estadísticos relacionados con las metodologías ligadas a la IA, el *big data* y el IoT.

Pero con todo, el problema clave estuvo en la pobreza de la información proporcionada por las instituciones que debían registrar los acontecimientos que hubieran puesto sobre la pista del *rinoceronte gris* de la *sindemia*. Recuérdese que el capítulo lo iniciábamos con este asunto.

La pobreza de información e informes se reveló fundamental a la hora de recolectar los casos y estudiar los números de la epidemia desde el primer momento. Para hacer el análisis era necesario, *a priori*, conocer dónde y a qué ritmo se producían los contagios, rastrearlos y discernir las causas de los fallecimientos. La plataforma informática del Centro Nacional de Epidemiología, denominada SiViEs, era donde se debían volcar todos los datos procedentes de las comunidades. El día 9 de marzo ya se anunció que estaba desbordada y que tan solo había recogido un 14% de los casos. Ese mismo día, a partir de los datos de Madrid y País Vasco, se confirmaba que la transmisión había pasado a ser comunitaria. Para el día 16 la recopilación de datos había empeorado. Tan solo se tenía ordenado un 8% del total de casos. Los retrasos en las comunicaciones de los contagiados desde las comunidades eran crecientes. Independientemente de la capacidad de hacer pruebas analíticas, faltaba personal para introducir la información, pero lo más grave era que los programas informáticos eran dispares, cuando no incompatibles, y estaban alejados de los nuevos parámetros que impone la IA. La homogeneidad de los datos de fallecidos se vio comprometida, lo que terminó dañando su fiabilidad y finalmente hubo que realizar una revisión y rectificación de la serie a mediados de abril.

Ni el Ministerio de Sanidad ni las Consejerías de las comunidades tenían estructuras institucionales preparadas para organizar la investigación de una pandemia que evolucionaba a *sindemia*²⁸. No se encontraba acomodo para contratar e integrar al personal auxiliar e investigador necesario para rastrear los contagios y explorar la movilidad asociada al desclasamiento y la desigualdad opulenta. Las recomendaciones internacionales indicaban que se necesitaba una persona por cada 3.000 ciudadanos para recabar la información y controlar los procesos de propagación de las oleadas de la enfermedad. Esto suponía que se necesitaban unos 15.000 especialistas

²⁸ El problema de los datos ha sido subrayado por la prensa nacional e internacional. En el artículo titulado “La epidemia deja a la vista los fallos del sistema”, publicado en *El País* el 31 de mayo de 2020 (p. 28) el equipo de información formado por A. Díez, E. G. Sevillano J.S. González, K. Llaneras, J. Salvatierra y P. Linde, destacaba estas dificultades. Pocos días después el *Financial Times* indicaba en su artículo titulado “Flawed data casts cloud over Spain’s lockdown strategy” del 4 de junio que: “Erratic numbers create uncertainties for policymakers and the public ... Spanish data has been more volatile than that of any other rich country”. Disponible en: <https://www-ft-com.baldwinlib.idm.oclc.org/content/77eb7a13-cd26-41dd-9642-616708b43673> [Consultado junio 2020]. Con posterioridad, *El País* elaboró un reporte mostrando la información sobre el número de rastreadores por habitante en cada comunidad: “España tiene menos de la mitad de los rastreadores necesarios” (19 de julio de 2020, pp. 24-25). A mediados de julio, al inicio de la segunda ola, aún se permanecía con una media de un rastreador por cada 11.970 habitantes y la situación era alarmante en las comunidades de Madrid y Catalunya, donde había un rastreador por cada 30.000 habitantes.

para rastrear, gestionar y analizar los datos de manera ágil y, por supuesto, con programas y herramientas informáticas actuales y normalizadas para todo el sistema de salud.

En consecuencia, el grupo de expertos oficiales tuvo problemas para capturar y gestionar la información; y ya no digamos para difundir a la sociedad lo que estaba pasando, a pesar del esfuerzo de Fernando Simón y las excepciones ya mencionadas. El Ministro de Ciencia e Innovación, Pedro Duque, lo reconocía el 23 de abril: “No teníamos un plan de qué hacer en una pandemia. Ahora ya lo sabemos: lo que hay que hacer es poner muchísima más gente a recabar datos y recopilarlos en alguna autoridad central”²⁹.

Pero, además, y a diferencia de lo que sucedió en Reino Unido, donde el Gobierno rectificó su estrategia ante los informes alternativos, nuestro tejido de gabinetes, fundaciones, asociaciones, medios de comunicación y universidades, implicó que la sociedad civil no fuera capaz de generar información científica suficiente como para exponer estrategias diferentes a las del Gobierno³⁰.

²⁹ Ver P. Fernández De Lis y N. Domínguez, *El País*, sección Materia, “No teníamos un plan de qué hacer en una pandemia” <https://elpais.com/ciencia/2020-04-23/no-teniamos-un-plan-de-que-hacer-en-una-pandemia.html>

³⁰ La capacidad y debilidad del Sistema quedó de manifiesto a principios de marzo con la controversia sobre el grado de confinamiento que debía establecerse en la sociedad. La protagonizaron los grupos de investigadores epidemiólogos de las universidades (el grupo de investigación MUNQU de la Universitat Politècnica de València, el grupo del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Sevilla, el BIFI de la Universidad de Zaragoza, el grupo diri-

2.3.3. Intolerancia de la Administración para admitir a la ciencia como criterio de evaluación y decisión en las políticas públicas del siglo XXI

La Administración española ha hecho dos grandes transformaciones. Asimiló el pensamiento legal en el siglo XIX de manos de Alejandro Mon y Menéndez, y el económico, con mucho retraso, a partir del Plan de Estabilización Económica de 1959 con los economistas ligados a Joan Sardà. Esto hace que nuestras Administraciones públicas, especialmente la central, estén dominadas por las recomendaciones, evaluaciones e interposiciones procedentes del lado de la hacienda y de la economía, pero no de la ciencia. Desde los años noventa ha habido una modernización

gido por Alex Arenas de la Universitat Rovira i Virgili y Oriol Mitjà del Instituto de Investigación Germans Trias i Pujol de Badalona y la “Acción Matemática contra el coronavirus” puesta en marcha por el Comité Español de Matemáticas [CEMat] adscrito a la Unión Matemática Internacional [IMU] y encabezada por Alfonso Gordaliza y Ricardo Cao). Estos grupos se caracterizan porque utilizan modelos de difusión de las epidemias más matematizados y menos pegados a la investigación clínica. Esto les diferencia de los expertos del CCAES y de los responsables del Ministerio de Sanidad. Varios de estos grupos universitarios no pudieron ir más allá en sus análisis por carecer de la información habitual que venía proporcionando la Administración, la cual se veía desbordada por la *sindemia* y el creciente confinamiento. Finalmente, algunos de los grupos sí se han estabilizado y producen muy buena información, como el Biocomsc (<https://biocomsc.upc.edu/en/covid-19>). Otros investigadores pasaron a trabajar como asesores, como Mitjà, nombrado supervisor en materia de desconfinamiento del Govern de la Generalitat de Catalunya.

vía proceso de digitalización. Esto se ha leído internamente como un nuevo proceso de transformación; sin embargo, dista mucho de serlo, pues no ha supuesto un cambio de mentalidad en la Administración. Sencillamente se ha realizado un cambio formal, pero no se ha conseguido que el cambio tecnológico pusiera en el centro de las decisiones al criterio científico.

El pensamiento científico no está en la esfera de la decisión política al mismo nivel que los filtros de orden jurídico y económico que han de pasar todas las políticas públicas. Toda la Administración ha de entender de economía y hacienda, pero no de ciencia. Los sistemas de reclutamiento de funcionarios no están diseñados para que penetren los criterios científicos en toda la Administración. La incorporación de científicos e ingenieros se sigue limitando a departamentos o ministerios *ad hoc*. Las consejerías y ministerios de ciencia y los de salud ambiental y pública carecen de interlocutores y criterios de autoridad en el resto de la Administración.

2.4. La debilidad de la cultura científica de nuestra ciudadanía

La carencia de cultura científica tiende a analizarse equivocadamente desde el prisma de la denominada “desconfianza vertical”, alegando el temor que en el Antiguo Régimen en España tenía el súbdito con el rey y que ahora se traduciría en una profunda suspicacia de los ciudadanos con sus gobernantes. Esta tensión, es la que, a juicio de algunos analistas, explicaría que la gente se confine por decreto solo como respuesta de miedo y temor a la

represión del poder. Incluso esta desconfianza ha servido, simplificando el argumento, para indicar que el trato del Gobierno a los ciudadanos se basa en el “infantilismo” que atribuye a la población española. El argumento de la “desconfianza vertical” decae si se observan las insuficiencias en la cultura científica ciudadana hasta la llegada de la segunda ola.

La cultura, sea cual sea a la que nos refiramos, tiene tres componentes: los conocimientos que se han de poseer, los valores que se han de tener y la parte de práctica, entendidas estas últimas como las pautas de comportamiento y reglas de conducta que es preciso seguir en una sociedad.

Analicemos la cultura científica a la luz de la COVID-19, empezando por la práctica. Ante un hecho improbable es complicado tener una práctica previa. Con respecto a la COVID-19 el caso de Taiwán es significativo del valor que tiene aprender de un pasado con similitudes. En 2003 el virus SARS-CoV-1 se propagó de China a Taiwán, Singapur y a las ciudades de Hanói y Toronto. En China produjo 645 muertes y en los cuatro puntos de propagación sumó 114 fallecimientos. Taiwán registró 47³¹. Aquel brote no fue a más y, a la luz de lo acontecido con el SARS-CoV-2, estas cifras se nos antojan minúsculas. Ahora bien, Taiwán, por culpa del SARS-CoV-1, sufrió en 2003 un aparatoso descenso del 1,3% en su

ritmo de crecimiento anual. Para Taiwán se trató de una crisis económica muy notable, causada por las medidas de aislamiento a las que se vio abocado interna y, especialmente, externamente. Este aislamiento no solo fue económico. Al estar excluido de la OMS (Organización Mundial de la Salud) por el veto de China, se encontró fuera de las reuniones de coordinación y sin capacidad para informar y negociar. La percepción de la probabilidad de la propagación de un segundo SARS-CoV caló en las distintas audiencias de la sociedad.

El Estado taiwanés se preparó para un segundo brote creando 2.000 UCI respiratorias, una industria de respiradores para garantizar la autosuficiencia —bajo la norma protectorista de no-exportación en caso de una posible pandemia— y, finalmente, un protocolo inmediato de actuación conocido por la población que incluía todas las medidas que tuvieron que ponerse en marcha con el síndrome SARS-CoV-1 (Seto *et al.*, 2003).

En cuanto se conoció el brote del SARS-CoV-2 en China, el Ministerio de Salud de Taiwán puso en marcha el plan de coordinación de todos los centros de investigación y empresas suministradoras de agentes biológicos, con la finalidad de investigar la efectividad contra el nuevo virus de 96.000 principios activos farmacéuticos y botánicos ya identificados como potenciales paliativos en el caso del SARS-CoV-1.

Por último, toda la población contaba con tarjetas sanitarias electrónicas en las que recoger la información y coordinar las respuestas vía conexión digital e IA. Como consecuencia de todo esto, en enero de 2020, Taiwán tenía una reserva estratégica de 44 millones de máscaras quirúrgicas, 1,9 millones

³¹ En la crisis de la COVID-19, Taiwán no ha superado la decena de fallecidos (siete al inicio de junio de 2020) y sólo ha tenido que realizar 73.000 análisis en una población total de 24 millones, habiendo detectado con ello al medio millar de casos del brote en la isla. Ver: <https://www.worldometers.info> [consultada en junio de 2020].

de máscaras N95 y 1.100 salas de aislamiento de presión negativa (Wang *et al.* 2020). Ante estas capacidades la OMS tuvo que invitar a Taiwán a unirse a su reunión del 11 y 12 de febrero de 2020.

Evidentemente la ciudadanía y los políticos españoles han carecido del aprendizaje acaecido en la sociedad taiwanesa desde 2003. En consecuencia, los conocimientos y valores en la cultura científica de la ciudadanía tenían que jugar un papel prioritario para compensar la falta de experiencias previas. Al estudiar las Encuestas de Percepción Pública de la Ciencia encontramos que la población europea, y la española en particular, tienden a valorar mucho la actividad del personal médico y dan la mayor prioridad a invertir en sanidad, aunque la inversión en ciencia se relegaba a un quinto lugar. En ningún momento ha habido un cuestionamiento del valor de la ciencia en los años previos, aunque la COVID-19, como se ha señalado, ha dejado recelos sobre la función de los expertos gubernamentales. Con todo, esto no ha supuesto una propagación de bulos y remedios pseudo-científicos. Han sido rápidamente detectados y, en términos generales, muy reducidos. Por consiguiente, si la valoración de la ciencia es óptima, entonces la carencia habrá estado en el déficit de conocimientos. En este sentido, somos el país europeo que peores resultados tiene cuando se pregunta a la población por conocimientos científicos básicos y, si estos son relativos a biología, genética o virus la distancia aumenta (Fundación BBVA, 2012). La población española es la que peor posición alcanza, con casi el 24% de su población con conocimientos científicos bajos, frente a Dinamarca, cuya población es la mejor situada,

con tan solo un 2% de su población con un nivel bajo de conocimientos científicos. Este diferencial se aminora según vamos bajando en la edad de los entrevistados, hasta casi igualarse con el resto de los países en el tramo de la población más joven.

Pero el problema no es solo lo que no se sabe, sino si se tienen los recursos mentales necesarios para analizar los hechos, así como si existen periodistas y divulgadores científicos con capacidad y habilidades suficientes para informar. Afortunadamente la población española está en la media, con países como Alemania o Francia, en la utilización del razonamiento científico, pero no así en la difusión y aceptación de la divulgación científica.

En primer lugar, ese 24% opera por desconocimiento y genera una rémora en el conjunto de la población, al no comprender el método científico.

En segundo lugar, hacer el retrato de un acontecimiento improbable, como han sido las curvas de la *sindemia*, requería de ciertas habilidades para entender lo que sucedía y poderlo explicar. Los *rinocerontes grises*, ya lo indicamos, tienen mucho de fenómeno no-lineal, por tanto, se necesita una cierta familiaridad con las progresiones y la predictibilidad. Estos conceptos parecen complejos y se puede alegar que están asociados a herramientas matemáticas que no se utilizan cotidianamente. Pero no es así, con tan solo sumas, multiplicaciones, divisiones, porcentajes y reglas de tres se comprende el crecimiento exponencial. En cualquier caso, aquí se choca con una carencia que los informes PISA detectan año tras año entre nuestros estudiantes. En 2019 solo el 7% de los estudiantes españoles era capaz de *modelizar* situaciones complejas mate-

máticamente y seleccionar las herramientas adecuadas para comparar, evaluar y resolver problemas.

En los países de Asia Oriental, desde Singapur a Corea del Sur, el nivel está por encima del 40%. Estas poblaciones están mucho más capacitadas para entender las curvas de contagio y defunciones y sus evoluciones. En el caso de la COVID-19, resultó dramático este abismo en la primera ola. Las personas que tenían que explicar a los ciudadanos y políticos que la epidemia tenía una progresión geométrica o exponencial, y que se debía poner el punto de mira en su tasa de crecimiento (la derivada de los datos absolutos) para comprender su evolución, no eran conscientes de cómo debían explicarlo y que tenían que ser mucho más didácticos. Si trasladamos los datos de PISA al conjunto de la población, más o menos solo un 4% de la población comprendía la matemática básica de una epidemia al inicio de la primera ola. Muy pocos epidemiólogos, incluso hoy, son conocedores del calibre de la brecha que existía. Esa brecha se fue cerrando hasta saber lo que era la R_0 (ratio reproductiva básica de una infección, que es el número promedio de casos nuevos que genera un caso dado a lo largo de un periodo infeccioso). Con todo, solo cuando se inició el descenso de la curva de la primera ola en términos absolutos, fue cuando la mayoría de la población entendió que el proceso empezaba a mejorar. Estos desfases eran críticos para que la ciudadanía y los políticos asumieran la gravedad de la situación³².

³² Los estudios que hemos realizado en el IECyT desde hace años sobre los libros de texto de ciencias en la secundaria nos muestran que las ciencias y las

3. Discusión

Frente a lo expuesto hasta aquí, el Gobierno y muchos analistas han puesto el énfasis en que la mala suerte es la explicación principal del retraso en percibir el *rinoceronte gris*. Esgrimen que el 24 de enero se adoptó la definición de caso que daba la OMS, organismo que solo indicaba que se debían investigar los casos procedentes de Hubei (China) o de personas ya diagnosticadas de COVID-19. Esto tuvo como consecuencia, primero, que los análisis se restringieran solo a esas situaciones y, segundo, que se percibiera al SARS-CoV-2 como un virus que provocaría una gripe. Desde ese momento, y sin mayor explicación que la obligación de seguir un protocolo inflexible, no se hicieron pruebas analíticas a los casos que hacían dudar, porque no parecía que tuvieran conexión con Hubei ni presentar los síntomas ligados solo a los problemas respiratorios. En Italia se varió el protocolo el 21 de febrero, cuando se constató que la epidemia había pasado a ser un contagio comunitario netamente italiano. Esa comprobación no se tuvo en España hasta el día 9 de marzo, cuando se trasladó la información desde la Comunidad de Madrid y la del País Vasco de que la transmisión ya

matemáticas se estudian y aprenden, pero no se practican ni se aplican (Quintanilla Fisac *et al.* 2011 y Groves *et al.* 2012). A esto se añaden los estudios que hemos hecho sobre el estado de la cultura financiera, que deparan serias carencias con otros países a la hora de que los españoles comprendan en su vida cotidiana lo que es la probabilidad de un suceso o las progresiones de los tipos de interés en un préstamo.

se debía considerar como comunitaria y no de relación directa con Hubei³³.

A nuestro juicio estos acontecimientos no reflejan mala suerte o deben llevarnos a pensar en una intención premeditada por llegar sin confinamiento hasta el día 8 de marzo. Primero, el protocolo se diseñó de manera excesivamente restrictiva. Se actuó literalmente como si España fuera una provincia china y el brote de Hubei hubiera permanecido en Hubei. Segundo, cabe escudarse en que la OMS hizo mal su trabajo, pero la OMS nunca dijo que se fuese restrictivo con la realización de pruebas analíticas a casos sospechosos, aunque no hubieran tenido contacto directo con Hubei. Estos dos fallos solo pueden explicarse por las carencias indicadas en los apartados 5 (falta de estructuras de previsión) y 6 (carencias en la cultura científica ciudadana) del capítulo. En nuestra opinión, y siendo conscientes de que es muy fácil emitir juicios excesivamente categóricos conociendo los acontecimientos actuales, fue lógico que la *sindemia* se concentrase en los epicentros que lo ha hecho. Madrid y Barcelona son dos espacios y sociedades donde el desclasamiento y la sociedad opulenta asoman con facilidad. El problema era ser conscientes de esa situación (apartado 2) y de la deuda histórica que se tiene para con la ciencia (apartado 3). Solo así se puede hacer frente a lo inesperado (apartado 4).

³³ Desde el inicio de la *sindemia* se ha asistido al fenómeno del apagón en la recopilación y gestión de la información, que ha retrasado las decisiones entre dos y tres días y dado pábulo a críticas sobre el comportamiento estratégico de los poderes ejecutivos central y autonómicos.

4. Conclusiones y recomendaciones

Son varias las conclusiones que se pueden extraer del capítulo con respecto a la mejora de nuestra capacidad de previsión y respuesta frente a una crisis como la de la COVID-19. Por ejemplo, contar con una dotación presupuestaria adecuada para el desarrollo del cuarto pilar del Estado del Bienestar: el cuidado de los dependientes. Pero en nuestro ánimo está circunscribirnos al ámbito de la cultura científica. En este sentido señalaremos cuatro conclusiones:

1. La crisis e intensidad de la COVID-19 en nuestra sociedad es una muestra de un fracaso colectivo sin muchos paliativos. También es cierto que anuncia cambios esperanzadores. Se trata de una decepción fraguada en la falta de una buena cultura científica, tanto entre los ciudadanos como, sobre todo, en las Administraciones públicas, que están mermadas de científicos y no han sido renovadas al ritmo que marca la sociedad digital. En consecuencia, es perentorio empezar por reforzar y dotar de autonomía y transparencia al sistema nacional de vigilancia, previsión y prevención.
2. Se pueden plantear todos los programas de educación y divulgación científica que se quiera, incluso el cambio en el temario de las oposiciones a los diferentes cuerpos de las Administraciones públicas, o que el Ejecutivo deje de tener bajo su égida el nombramiento de los expertos, pero el primer paso es admitir que ni los políticos ni los ciudadanos españoles albergan el sentimiento de deuda con la ciencia. Por tanto, nunca más se deben reducir los pre-

- supuestos dedicados a la ciencia, nunca más se debe considerar a la ciencia un lujo prescindible. Hasta que eso no cambie... hasta que no apostemos como sociedad por una economía de base tecnológica y científica... aparecerán nuevos *rinocerontes grises* y *cisnes negros* que pondrán en riesgo nuestras precarias estructuras económicas.
3. No olvidar que la mejor manera de evitar a los *rinocerontes grises* es romper con el desclasamiento y reducir la desigualdad opulenta.
 4. Tal vez reconociendo que 2020 fue el año en el que la ciencia nos salvó, podamos celebrar el pacto social y de Estado por la ciencia y la innovación en 2021.

Bibliografía

- Academia Española de Dermatología y Venerología, *et al.* (2020). COVID19 en España: Manifiesto a favor de una respuesta coordinada, equitativa y basada en la evidencia científica. *I Congreso Nacional COVID-19*, 13-19 septiembre. Disponible en: https://www.sen.es/attachments/article/2763/Congreso_COVID19_Manifiesto_ESP.pdf
- Alba Rico, S. (2021). Capitalismo pandémico. *Conversación sobre la Historia*, 7 de febrero. Disponible en: <https://conversacionsobrehistoria.info/2021/02/07/capitalismo-pandemico/>
- Bernard, I., Limonta, D., Mahal, L. K. y Hobman, T. C. (2020). Endothelium Infection and Dysregulation by SARS-CoV-2: Evidence and Caveats in COVID-19. *Viruses*, 13(1), 29.
- Bernardo, D. (2020). ¿Qué podemos aprender de la pandemia desde el punto de vista de la inmunología? *DCiencia, ciencia para todos*, 21 de diciembre. Disponible en: <https://www.dciencia.es/que-podemos-aprender-de-la-pandemia-desde-el-punto-de-vista-de-la-inmunologia/>
- Bilal, U. (2020). Las dinámicas de contagio en las ciudades. *Panorama SOCIAL*, 32, 77-94.
- Chancel, L. (coord.) (2019). *Informe 2018 sobre la desigualdad global*. París: World Inequality Lab. <https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-full-report-english.pdf>
- Chang, S., Pierson, E., Koh, P.W., Gerardin, J., Redbird, B., Grusky D. y Leskovec, J. (2021). Mobility network models of COVID-19 explain inequities and inform reopening, *Nature*, 589, 82-87.
- Charron, N., Lapuente, V. y Rodríguez-Pose, A. (2020). Uncooperative Society, Uncooperative Politics or Both? How Trust, Polarization and Populism Explain Excess Mortality for COVID-19 across European regions. *QoG Working Paper Series*, 12, diciembre.
- Clay, K., Lewis, J. y Severnini, E. (2018). Pollution, Infectious Disease, and Mortality: Evidence from the 1918 Spanish Influenza Pandemic. *Journal of Economic History*, 78(4), 1179-1209.
- Clinton, J., Cohen J., Lapinski, J. y Trussler, M. (2021). Partisan pandemic: How partisanship and public health concerns affect individuals' social mobility during COVID-19. *Science Advances*, 6 de enero, 7(2), 1-7.
- Cooper, L. N. (2007). The Unpaid Debt. *Nature Physics*, 3, 824-25.
- DBK (2019). *Residencias para la tercera edad*. Observatorio sectorial DBK Informa. Ma-

- drid: INFORMA D&B. Disponible en: <https://www.dbk.es/es/sectores/residencias-tercera-edad>
- Delgado, L. y López, S.M. (eds.) (2019). *Ciencia en transición: El lastre franquista ante el reto de la modernización*, Madrid: Editorial Silex.
- Druckman, J. N., Klar, S., Krupnikov, Y., Levendusky, M. y Ryan, J. B. (2020). Affective polarization, local contexts and public opinion in America. *Nature Human Behaviour*.
- Fundación BBVA (2012). *Estudio Internacional de Cultura Científica de la Fundación BBVA*. Bilbao, Fundación BBVA.
- García-Basteiro, A., Álvarez-Dardet, C., Arenas, A., Bengoa, R., Borrell, C., Del Val, M., et al. (2020). The need for an independent evaluation of the COVID-19 response in Spain. *The Lancet*, 396(10250), 529-530.
- Gobierno de España (2020). *Plan de choque para la ciencia y la innovación - Hacia una economía basada en el conocimiento*. Madrid: Gobierno de España-Agenda 2030. Disponible en: https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/Plan_de_choque_para_la_Ciencia_y_la_Innovacion.pdf
- Gómez-Escalonilla, L., Martín de la Guarda, R. y Rosa Pardo (eds.) (2016): *La apertura internacional de España entre el franquismo y la democracia (1953-1986)*. Madrid: Silex Ediciones, S.L.
- Groves, T., Quintanilla Fisac, M.A. y Escobar Mercado, M. (2012). Scientific and Technological Culture in Secondary Education Textbooks in Spain (pp. 135-150). En: *Os Manuais escolares e os jóvenes: tédio ou curiosidade pelos saberes?*, pp. 135-150. Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologías; 2012.
- Horton, R. (2020). “Offline: COVID-19 is not a pandemic”, *The Lancet*, 396(10255), 874.
- Krastev, I. y Leonard, M. (2020). *Europe’s pandemic politics: How the virus has changed the public’s worldview* — European Council on Foreign Relations/326. Londres: ECFR. Disponible en: https://ecfr.eu/wp-content/uploads/europes_pandemic_politics_how_the_virus_has_changed_the_publics_worldview.pdf
- Merck // Embracing Carers (2020): *Informe sobre el Bienestar de los Cuidadores 2020. España*, Kenilworth (Nueva Jersey): Merck. Disponible en: <https://www.merckgroup.com/es-es/news/informe-sobre-el-bienestar-de-los-cuidadores-23-02-2021.html>
- Milanovic, B. (2020). *Capitalismo, nada más. El futuro del Sistema que domina el mundo*. Barcelona: Taurus; Penguin-Random House.
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2021). *Pacto por la ciencia y la innovación*. Disponible en: https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/Pacto_por_la_Ciencia_y_la_Innovacion._actualizado_21_01_21.pdf
- Mølbak Ingholt, M., Simonsen, L. y van Wijhe, M. (2020). Same place, different stories: The mortality burden of the 1918-1920 influenza pandemic in Denmark. *Investigaciones de Historia Económica - Economic History Research, Special issue: Pandemics in History*, 16(4), 49-67.
- Otero, M. H. (1995). La racionalidad disuelta en la explicación sociológica del conocimiento: de Fleck a Latour. En: L. Olivé (eds.). *Racionalidad epistémica* (vol. 9, pp.

- 245-65). Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. Madrid: Trotta.
- Pascual, A. (2020): *Incidencia de la actividad económica en la intensidad de la COVID-19: evidencias para España e Italia*. TFG dirigido por S.M. López, Colección Faber & Sapiens. Madrid: Ápeiron Ediciones
- Pons, S.; Fodil, S.; Azoulay, E. y Zafrani, L. (2020). The vascular endothelium: the cornerstone of organ dysfunction in severe SARS-CoV-2 infection. *Critical Care*, 24, 353.
- Pueyo, T. (2020). Coronavirus: The Hammer and the Dance. What the Next 18 Months Can Look Like, if Leaders Buy Us Time. *Medium*, 19 de marzo. Disponible en: <https://medium.com/@tomaspueyo/coronavirus-the-hammer-and-the-dance-be9337092b56>
- Quintanilla Fisac, M. A. (1990). La función del parlamento en la evaluación de opciones científicas y tecnológicas. En: *Evaluación parlamentaria de las opciones científicas y tecnológicas* (pp. 15-28). Madrid: Centro de Estudios Constitucionales.
- Quintanilla Fisac, M. A. (2012). El Pensamiento Científico y la Ideología de Izquierdas. *Página Abierta*, febrero.
- Quintanilla Fisac, M. A., Escobar Mercado, M., Groves, T., Montero Becerra, J. A., Palacios Sánchez, R., y Montañés Perales, O. (2011). *Scientific and technological culture in ESO textbooks. La cultura científica y tecnológica en los libros de texto de la ESO*. Proyecto Novatores. Universidad de Salamanca. <https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/122700/Scientific%20and%20Technological%20Culture%20in%20ESO%20Textbooks.pdf?sequence=1>
- Recio, P. (2020): “El ‘boom’ de las residencias de mayores, un sector ‘imán’ para los fondos de inversión”, *65ymas.com*, 6 de febrero, https://www.65ymas.com/economia/residencias-mayores-sector-auge-lupa-fondos-inversion_12111_102.html
- Rodríguez, C., Gadarian, S., Goodman, S. y Pepinsk, T. (2020). Morbid Polarization: Exposure to COVID-19 and Partisan Disagreement about Pandemic Response. *PsyArXiv Preprints*, agosto.
- Ruiz-Domènec, J. E. (2020). *El día después de las grandes epidemias. De la peste bubónica al coronavirus*. Barcelona: Taurus; Penguin-Random House.
- Sáez Zafra, M. et al. (2020). COVID-19: la malinterpretación de los datos de la pandemia daña la confianza del público. *The Conversation*, 4 de noviembre. Disponible en: <https://theconversation.com/covid-19-la-malinterpretacion-de-los-datos-de-la-pandemia-dana-la-confianza-del-publico-149387>
- Seto, W. H., Tsang, D., Yung, R. W. H., Ching, TY, Ng, TK, Ho, M et al. (2003). Effectiveness of precautions against droplets and contact in prevention of nosocomial transmission of severe acute respiratory syndrome (SARS). *The Lancet*, 361(9368), 1519-1520.
- Sierra Moros, M. J., Monge, S., Suárez Rodríguez, B., García San Miguel, L., Simón Soria, F., Rivera Ariza, S., et al. (2021). COVID-19 in Spain: view from the eye of the storm. *The Lancet Public Health*, 6(1), 10.
- Taleb, N. N. (2010). *The Black Swan: Second Edition: The Impact of the Highly Improbable Fragility*. Nueva York: Random House Publishing Group.

- The Lancet Public Health (2020). COVID-19 in Spain: a predictable storm? *Lancet Public Health*, 5(11), 568.
- Trias-Llimós, S., Alustiza, A., Prats, C., Tobias, A. y Riffe, T. (2020). The need for detailed COVID-19 data in Spain. *Lancet Public Health*, 5(11), 576.
- Turchin, P. (2010). Political instability may be a contributor in the coming decade. *Nature*, 463(4), 608.
- Varga, Z., Flammer, A. J., Steiger, P., Haneke, M., Andermatt, R., Zinkernagel, A. S., et al. (2020). Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. *The Lancet*, 395(10234), 1417-1418.
- Wang, C. J., Ng, C. Y. y Brook, R. H. (2020). Response to COVID-19 in Taiwan: Big Data Analytics, New Technology, and Proactive Testing. *Journal of the American Medical Association*, 323(14), 1341-1342.
- Wucker, M. (2016). *The Gray Rhino: How to Recognize and Act on the Obvious Dangers We Ignore*. Nueva York: St Martin's Press.

12. Conclusiones

Vicente Larraga y Mariano Barbacid

A comienzos del 2020, fuimos testigos del inicio de una emergencia mundial sobre la cual este informe no podía mantenerse indiferente. La pandemia de COVID-19, que desde su primera expansión afectó gravemente a nuestro país, ha puesto de relieve todas nuestras carencias —que son muchas— y debería conllevar, como mínimo, una primera estrategia de reconstrucción o de recuperación de lo perdido, al menos en España, para poder resistir el impacto socioeconómico de lo que tenemos por delante. Si algo ha quedado claro durante este primer año de pandemia ha sido la necesidad de cambiar nuestra economía de servicios de bajo nivel, muy sensible a las regulaciones de la socialización, por otra basada en la innovación.

Con todo, también debemos plantear una visión más global del futuro. De nada sirve ir hacia adelante si luego ponemos muros para evitar que otros puedan beneficiarse de los avances. Decía Giner de los Ríos que “la educación es dirigir con sentido la propia vida”. En una situación de cambio como la presente, hay que considerar el impacto que los progresos que se puedan lograr en cada país tienen sobre los otros. El ejemplo más cercano que tenemos es el de la lucha contra el cambio climático: de nada sirven los avances de un solo país si el resto —particularmente los más pobres— no puede permitirse avanzar en la

misma dirección. Aun con todas las dudas que puedan surgir al respecto, la pandemia puede ser un promotor de cambio, como ya sucedió en la edad media con la peste negra, que transformó Europa allanando el camino para el Renacimiento.

De lo que no cabe duda, no obstante, es que las transformaciones necesarias requerirán de una sólida base científico-tecnológica. Transformar la economía sin ciencia e innovación es simplemente suicida.

1. Necesidad de una estrategia de futuro

La política científica, desde la Segunda Guerra Mundial, se ha visto siempre afectada por una pugna entre potencias: EE. UU. y la URSS, con Europa como tercero en discordia, marcaron las pautas durante décadas. En esta lucha han irrumpido de forma muy notoria China y la India en las últimas décadas, haciendo uso de su creciente capacidad económica y su clara apuesta por la ciencia y la innovación.

Durante las décadas de los cincuenta y sesenta, Europa fue consciente de la necesidad del multilateralismo científico como base de la innovación. Ese es el espíritu de los programas marco, implantados en 1984 (con grandes reticencias por parte del Reino Unido) para canalizar la financiación a proyectos de

I+D+i a nivel comunitario. Pero como se muestra en varios capítulos de este informe, esto no se ha conseguido del todo. En este momento, independientemente de la pandemia, Europa necesita mejorar perentoriamente la cooperación entre los países de la UE, y España, por su lado, tiene que implicarse decididamente en este proceso si quiere dejar de ser un país de servicios de calidad limitada. La ciencia y la innovación no son solo la base de una economía sólida, sino también un recurso que condiciona el avance y la transformación de la sociedad.

El “austericidio” económico que siguió a la crisis del 2008, que implicó un retroceso e incluso supresión de las inversiones en ciencia decretado por el Gobierno conservador de entonces, dejó un sistema sanitario seriamente degradado y en el límite de su capacidad, como se ha podido comprobar durante la pandemia, con terribles consecuencias en términos de fallecidos. Este ejemplo debería servirnos para no volver a caer en los mismos errores en la salida de esta crisis sanitaria y económica. ¿Cómo hacerlo? Encontrar la respuesta puede ser sencillo, pero no es tan fácil ejecutarla.

Duplicar la financiación y modificar radicalmente la gestión de nuestro sistema de I+D+i es una apuesta de futuro que, al parecer, se va abriendo camino en la conciencia social. Pero este esfuerzo debe apoyarse en un núcleo básico sólido que tenga una relación estructurada y fluida con los actores de los otros dos componentes del trinomio —el desarrollo tecnológico y las diferentes facetas de la innovación— que no existe actualmente.

Es esencial, además, fortalecer las subdesarrolladas estructuras de transferencia. La

necesidad perentoria de reindustrializar España es ya casi un lugar común, a pesar de las organizaciones empresariales que se encuentran cómodamente instaladas en un sistema económico excesivamente sustentado sobre el ladrillo y la especulación financiera. Con todo, las industrias innovadoras existen y hacen su tarea, a pesar de sus organizaciones de cobertura. La pandemia nos ha mostrado que no pueden volver a repetirse las carencias e insuficiencias de las industrias estratégicas, ya sea en la respuesta a una crisis sanitaria como la actual o de cualquier otro tipo.

Esto no son sugerencias teóricas. O lo hacemos así o nuestra capacidad industrial colapsará y quedaremos reducidos a ser un país dependiente de un sector servicios de baja calidad.

No obstante, resulta ilusorio intentar hacerlo solos. Por ello debemos preguntarnos también sobre lo que pasa en estos momentos en el ámbito de la UE. ¿Cómo está resistiendo el viejo continente en la competición desatada entre EE. UU. y China? La digitalización, información y conectividad de la sociedad no es algo opcional. La única duda es si nos incorporaremos como meros usuarios al presente (que no al futuro) o si desarrollaremos también algún área concreta. Esta revolución está sin duda ligada al progreso científico, pero hay importantes asimetrías internacionales en el acceso a la digitalización y su uso que pueden profundizar las brechas ya existentes.

El desarrollo de las tecnologías digitales está hoy en manos de unos pocos actores. EE. UU., Japón, Corea del Sur y China copan el 73% de las patentes mundiales, mientras que Alemania, el primer país europeo, reúne solo el 2% del total. La influencia de estas tecnolo-

gías en ámbitos como la educación ha quedado más que reflejada durante la pandemia. La generación de habilidades digitales en la educación es uno de los retos más importantes que habremos de afrontar de inmediato. Por ello, tenemos que integrarnos en el esfuerzo europeo para no quedar rezagados. Los países nórdicos pueden ser la punta de lanza del esfuerzo al que debemos unirnos. Nuestra prioridad es no rezagarnos más.

El gran éxito chino en los desarrollos de internet se ha basado en el apoyo gubernamental para la creación de empresas líderes mundiales (Huawei). Si elegimos un área, hay que apoyarla para que el esfuerzo científico-innovador no sea baldío. Puede hacerse; solo hace falta visión a medio plazo y voluntad política.

Es cierto que hay un campo muy dinámico en el que Europa tiene una posición ventajosa: la biotecnología, con un gran potencial en distintos ámbitos, desde la sostenibilidad ambiental a la salud. Este campo debe considerarse como un activo en la estrategia industrial europea, puesto que no existe liderazgo de los países asiáticos. Es digno de señalar que España presenta aquí unos índices cercanos a EE. UU., al igual que otros países europeos como Grecia, Portugal y Bélgica, y todos ellos superados por Dinamarca. Parece obvio, por tanto, que debemos apostar por esa área, entre otras.

En estos ámbitos tecnológicos, no obstante, tanto España como al bloque europeo se enfrenta aún a grandes retos, entre los cuales podemos destacar:

- El uso avanzado del *big data* en la inteligencia artificial y el desarrollo de la hiperconectividad.

- La medición de la generación de acceso a las nuevas tecnologías.
- El insuficiente número de patentes (también en biotecnología) para sacar provecho del efecto multiplicador de las tecnologías de la información en campos como la salud, la agroalimentación o el medioambiente.
- Las habilidades digitales, tanto de los individuos como de las empresas, para ganar productividad y hacer más prósperos los sistemas socioeconómicos, para lo que habrá que hacer un importante esfuerzo formativo.

La omnipresente epidemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto, de una manera descarnada, todas nuestras deficiencias. Pero también ha hecho que la UE ponga el énfasis en la recuperación y, dentro de esta, en la importancia de la investigación en salud y en la capacidad de resiliencia del sector productivo mediante la innovación y la capacidad de adaptación, lo que lleva aparejado entrar en la carrera de las nuevas tecnologías. España debe hacerlo también si quiere sobrevivir.

2. Hay que ponerse en marcha

Para salir de la situación de decadencia en la que nos vamos sumergiendo, se requieren muchas acciones parciales. España no ha conseguido aún el encaje de los científicos en el sistema de gestión. Los cambios introducidos en los años 80 fueron absorbidos por el sistema funcional, restándole eficiencia. Los éxitos de transferencia se han basado mayoritariamente en esfuerzos puntuales. Como se demuestra en varios capítulos de este informe,

el sistema actual no facilita la transferencia de conocimiento de los laboratorios básicos a las empresas. Existe una desconfianza mutua que hay que romper. A esto puede ayudar la situación actual, en la que se hace evidente el importante papel de la ciencia para cortar o controlar la epidemia, así como para poner en marcha una nueva economía; estamos frente a una oportunidad que no podemos desaprovechar.

Este planteamiento debe conducir a un cambio en las estructuras de ejecución de la investigación, favoreciendo la eficacia sobre la desconfianza burocrática, que impone controles obsoletos que no cumplen su función, sino que solamente dificultan la obtención de resultados de calidad con un posible impacto real. Cuando comparamos a nuestro país, como hemos visto en este informe, con el estado norteamericano de Massachusetts en su respuesta a la COVID 19, se ve el anquilosamiento de las estructuras de gestión respecto a otros países. Al comienzo de la epidemia, en enero de 2020, la facultad de medicina de la Universidad de Harvard convocó el Massachusetts Consortium on Pathogen Readiness. Se trata de una estructura creada para enfrentar las epidemias u otras enfermedades que incidan en alteraciones sociales. La iniciativa, de forma inmediata, recibió ayudas para investigar tanto públicas (2,3 millones del Mass. Life Center) como privadas (16 millones de fundaciones privadas) y de un *holding* chino (Evergrade, 60 millones). Se pusieron en marcha inmediatamente diversos proyectos que han derivado en la investigación y desarrollo de fármacos y vacunas para combatir la enfermedad (la vacuna de Moderna, por poner un ejemplo). La iniciativa mencionada fue secun-

dada de inmediato por el Gobierno de EE. UU., incluso con el apoyo del expresidente Trump, que puso en marcha la operación Warp Speed, con 500 millones para apoyar la I+D sobre la epidemia.

En definitiva, tienen que existir estructuras preparadas ágiles y flexibles para enfrentarse a diferentes catástrofes —en el caso actual es una pandemia— con el objetivo de poder obtener los mejores resultados de investigación y transferencia inmediata. Los tan adorados índices *h* (un indicador que supuestamente mide la calidad profesional de los científicos) son muestra de la repercusión científica de unos buenos resultados, pero sin una buena estructura de transferencia, tales datos positivos pueden perderse en los anaqueles de una biblioteca que nadie visita. La calidad no está en absoluto reñida con la eficacia, más bien viajan con frecuencia juntas. España no cuenta con estructuras equivalentes a las descritas y no se veía su necesidad. Aunque, por ejemplo, se ha propuesto varias veces —dentro del Plan de Choque de la I+D, combinando calidad y oportunidad— la creación de centros sobre áreas estratégicas, como la de Salud Global y Enfermedades Emergentes, la idea no encontró eco entre los responsables de los Ministerios de Ciencia.

En la relación entre la ciencia y la innovación, no se han producido reacciones rápidas y con sentido estratégico. Ni en España ni en Europa. En ese sentido, se ha hablado de la llamada “paradoja europea”, según la cual una cota notable de investigadores de primer nivel en el panorama internacional coexiste con cotas de baja transferencia a la industria. Un sistema sólido y de alta calidad científica es imprescindible como núcleo de base, pero

no existen instituciones (ya sean OPI o universidades) con estructuras de transferencia eficientes que puedan hacer de puente hacia las empresas innovadoras.

Tales estructuras, que existen en muchos países avanzados, cuentan, en su diseño inicial (por sus propias características) con *start-ups* asociadas para la conexión de la ciencia básica con las empresas. Además, deben estar conectadas con empresas de capital riesgo, que puedan mantener económicamente un proyecto mientras tenga oportunidades de éxito (por ejemplo, en el caso de fármacos y vacunas). Estas estructuras intermedias podrían firmar acuerdos con las empresas interesadas en llevar hasta el final algunos resultados obtenidos por el binomio, centro de investigación-*start-up*.

En su historia reciente, España no ha tenido una transcendencia internacional en ciencia, salvo honrosas excepciones. La investigación básica se potenció a partir de la Ley de la Ciencia de 1986, pero no ocurrió lo mismo con el desarrollo de tecnologías avanzadas. La potenciación económica de los Gobiernos de Rodríguez Zapatero tampoco lo consiguió. Una posible causa es la escasa transcendencia que tienen para la promoción profesional de los investigadores las transferencias a la industria. La *publicitis* y la *impactolatría* —el hecho de utilizar los índices de impacto de las revistas científicas como marcadores de calidad, cuando solo miden la difusión de los artículos que contienen— dominan la mentalidad de muchos de nuestros mejores investigadores.

La financiación de una investigación básica de excelencia no tiene que estar en contradicción con el fomento de la investigación que lleve a avances en los procesos de innovación.

No solo no existe un sistema de transferencia eficaz a la industria, sino que este tipo de acciones son vistas con suspicacia por diversos sectores de la gestión científica. Podríamos decir que, en España, la Administración (cualquiera de ellas) ha tendido de forma sistemática a desconfiar de todo y de todos. Esto, resulta muy evidente en el caso de la financiación de la I+D+i. Si no se acepta de una vez por todas que las partidas de los PGE dedicadas a la I+D son una inversión, no un gasto, no conseguiremos nunca tener un sistema de I+D+i competitivo, al menos a nivel europeo.

Hay que establecer un sistema claro de interacción entre la detección de una necesidad de innovación, la localización de la capacidad tecnológica existente en el sistema de I+D y la conexión con las empresas que puedan colaborar para llevar a buen puerto el proyecto del que se trate. El modelo actual de colaboración público-privada en España está agotado. Hay que plantear uno nuevo, con la cooperación de los tres elementos básicos: Administración, investigación y empresa innovadora.

Las vacunas que se están desarrollando en España frente a la COVID-19 son un buen ejemplo de la dirección que hay que tomar. Se ha logrado una financiación rápida de los grupos capacitados, la conexión con las empresas que las puedan producir, así como la interfaz con los sectores sanitarios que tienen que hacer las pruebas clínicas. Esta interacción, que el CSIC está llevando a cabo con éxito, debería servir como banco de pruebas para establecer un método de trabajo fiable para otras innovaciones. En el futuro inmediato, la economía tiene un gran reto por delante, con muchos problemas de recreación y de innovación por resolver. Hay que aprovechar el

cambio de percepción de la ciencia por parte de la sociedad. Se ha pasado de una visión de aceptación teórica a ver su utilidad real.

3. La importancia de la educación, la formación y el asesoramiento

Independientemente de la coyuntura grave en la que nos movemos, hay que tener una visión de futuro. Hace falta preparar a los jóvenes para una sociedad diferente lo que implicará cambios serios en la educación y desmontar mitos (por ejemplo, que la automatización acabará con muchos empleos, sin ver la aparición de otros nuevos). Lo mismo sucede con la educación digital. Lo que sí parece evidente es que se está produciendo una brecha creciente entre los trabajadores menos cualificados (y sus hijos) y las clases con mayor acceso a la educación digital. En todo caso, aún no se puede medir la magnitud del cambio que se ha producido por la digitalización forzosa. Este es un reto de la innovación en el que no se suele pensar, pero en el que la investigación debe aportar conocimiento y nuevos métodos de trabajo. Es un mundo por descubrir pero que no hay que dejar de lado.

Con una población de científicos envejecida y en regresión, unida a una precariedad crónica en la formación e incorporación de capital humano en todas las áreas, incluidas las necesarias para enfrentarse a la infección (expertos en salud pública, infecciones y desarrollo de fármacos y vacunas), el argumento de que los fondos del Estado sirven para pagar gastos obligatorios, como las pensiones o el seguro de desempleo, no es siempre válido, dadas las cantidades dedicadas por algunos

representantes públicos para satisfacer sus intereses políticos y no las necesidades de los ciudadanos que sigue desgraciadamente presente, con el consiguiente despilfarro. Por tanto, hay que tomar acciones desde el sector público que resulten en la consolidación del sistema de I+D. Es inexcusable invertir en nuevo personal cualificado que pueda acceder al sistema de forma flexible, rápida y con capacidad de recambio.

También la investigación debe jugar un papel importante en la creación y funcionamiento de estructuras de prospectiva de las que carecemos, lo que ha completado el cuadro de imprevisión ante posibles emergencias nacionales (como el BARDA norteamericano) y que implica un serio hándicap. No existen instituciones que puedan aconsejar a los políticos sobre los pasos a seguir para crear un sistema de ciencia y tecnología preparado, no solo para esta crisis, sino para desvelar una senda de racionalidad en el desarrollo económico y social de España. Valga como ejemplo que la plataforma informática del Centro Nacional de Epidemiología se vio desbordada con solo el 14% de los datos que llegaban sobre la epidemia, el 9 de marzo de 2020.

Seguramente, los responsables políticos han actuado con su mejor intención, pero sin instituciones estables de asesoramiento técnico, improvisando con mayor o menor fortuna. Ni el Gobierno central ni los autonómicos, principales responsables de la gestión sanitaria contaban con ninguna estructura preparada para saber cuál era la situación real durante las primeras semanas de la epidemia. Esta grave carencia no puede volver a repetirse. No solo es una cuestión de urgencia momentánea, sino que hay que disponer

de estructuras racionales para enfrentarse a los retos que están ahí, como el cambio climático, la apuesta por la economía verde o la digitalización. Sin una información previa clara y datos de seguimiento sobre las acciones iniciadas no se puede tener una línea de comportamiento razonable en ningún aspecto de desarrollo o lucha frente a situaciones inesperadas de gran repercusión.

En conjunto, puede decirse que el fracaso de las instituciones públicas en el tratamiento de una calamidad pública, en este caso de origen infeccioso, se debe, en buena medida, a la falta de cultura científica, cualidad desgraciadamente característica de nuestro país.

4. La necesaria recuperación y expansión del sistema de I+D en España

Tal y como se ha ido documentando en los informes previos de la Fundación Alternativas, la pasada década ha sido una de las más perniciosas para el desarrollo del nuestro I+D en tiempos recientes. Habría que remontarse a los años de la Guerra Civil para identificar un periodo en el que porcentualmente la inversión en I+D se haya reducido al nivel que lo hizo en esta década. La llegada en 2018 del nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología supuso una esperanza, si bien, los científicos también eran conscientes de que, mientras no se pudieran aprobar unos nuevos PGE, el margen de maniobra del nuevo ministerio iba a ser reducido. La implementación del nuevo ministerio fue muy celebrada por la casi inmediata eliminación de la llamada “intervención previa”, mecanismo kafkiano mediante el cual una persona no cualificada decide sobre

la pertinencia de un gasto científico antes de que se pueda realizar. Se esperaba que actuase con más decisión en la resolución de los problemas burocráticos que lastran el sistema de investigación, cosa que no ha sucedido, lo que disminuyó su crédito. Siguieron los retrasos en la adjudicación de los fondos de investigación y los intervalos de casi un año sin financiación de los grupos de excelencia, inaceptables en cualquier sistema consolidado. Esto ha llevado a gran parte de los investigadores a considerar que la maquinaria de gestión sigue con las mismas directrices “de ahorro” que en la década pasada, llevándoles a preguntarse si las estructuras actuales, que han heredado toda la maquinaria anterior, estarán capacitadas para llevar a cabo el impulso que necesita el sistema de I+D.

Pero lo más decepcionante fue la incapacidad del ministerio para conseguir llevar a cabo una de las medidas más esperadas, consistente en que los fondos procedentes de las partidas financieras no gastados (los comúnmente conocidos como “créditos a la investigación”) no se devolvieran al Tesoro, sino que se dedicaran a partidas no financieras, es decir, a subvenciones para paliar, al menos en parte, los recortes de la “Década Perdida”. Está claro que la ley actual no lo permite, pero la negociación con el Ministerio de Hacienda para cambiar esta situación perversa resultaba inexcusable. En diciembre de 2020 por fin, se aprobaron unos nuevos PGE. Para ser justos, el I+D debería de haber duplicado la inversión prevista, al menos en algunos capítulos, para compensar los recortes habidos durante la Década Perdida, que en algunas partidas llegaron a reducir la inversión a menos de la mitad de lo presupuestado en 2009.

Las primeras noticias aparecidas en los medios de comunicación indicando que se incrementaba el presupuesto para I+D en un 80% sonaron a música celestial, ya que en nuestro país los PGE marcan la tendencia de la acción política. Pero desgraciadamente, esa euforia inicial se diluyó rápidamente. Es cierto que los PGE son presupuestos anuales, pero el silencio del ministerio sobre si estos niveles de inversión tan prometedores se iban a mantener en el tiempo hizo temer lo peor.

Un análisis pormenorizado de los PGE aprobados el mes pasado no solo no ha resuelto este importante dilema, sino que ha revelado que ese casi 80% de incremento para la I+D no es tal. Según el estudio que ha llevado a cabo el Dr. José de No para la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE)¹, la mayor parte de este incremento no se lo lleva la tradicionalmente denostada I+D, sino la “digitalización”. La nueva partida incluida en los PGE pasa de esta forma a incrementar “artificialmente” la inversión en I+D por el mero hecho de incluir la digitalización como si fuera un componente más de la I+D. Recordemos que aquí no se está hablando de investigar en digitalización, sino en utilizar tecnología ya existente para digitalizar nuestra sociedad, algo por supuesto necesario, pero que en ningún momento puede ser considerado como parte de la I+D.

Un 60% del incremento de los fondos procede de la UE con una finalidad concreta que no es el fomento de la I+D. Esto hace que la estructura de gasto siga como estaba, con un predominio de los gastos financieros que ma-

yoritariamente no se utilizan, como sabemos. En lugar de restaurar con inversiones los daños causados en el sistema durante la década pasada, se seguirá con las habituales devoluciones de fondos al Tesoro. Los nuevos PGE contienen incrementos relevantes en otras áreas, aunque en ningún caso compensan los recortes llevados a cabo durante la Década Perdida, lo que a la postre hace que en 2021 sigamos estando por debajo de las cifras de 2009.

No obstante, la Agencia Estatal de Investigación (AEI) va a ver incrementado su presupuesto en un 13%. Todos los OPI también incrementan su presupuesto respecto a 2018 (o a 2017, en el caso del INTA), incluso sin contar con los fondos de la UE. Estos incrementos porcentuales van desde el 24% del CIEMAT y el 20% del CSIC al 6% del ISCIII. Además, estos dos últimos OPI van a recibir incrementos adicionales derivados de los fondos de rescate de la UE (148 millones para el CSIC y 115 millones para el ISCIII), lo que realmente se convierte en incrementos sustanciales en su financiación, al menos para 2021. Bienvenidos sean.

En conclusión, nadie puede negar que invertir en digitalización es una tarea esencial. Aquí lo hemos señalado. Un país que no esté digitalizado en todas sus estructuras no podrá competir con el resto del mundo. Nadie duda de la importancia que esta decisión del Gobierno va a tener sobre nuestra sociedad. Pero hacerlo a costa de limitar tanto el crecimiento de la inversión en I+D carece de sentido. Digitalizar un país es similar a dotarle de infraestructuras como el AVE o como las autopistas. Algo cuya bondad puede ser observable y valorada políticamente. La I+D en general, y la ciencia en particular, no proporcionan resultados visibles a corto plazo. Su valor es mucho

¹ Disponible en: https://www.cosce.org/pdf/Informe-ProyectoPGE_COSCE2021.pdf

más difícil de medir y de evaluar, y por lo tanto de poder ser rentabilizado políticamente. Como ya se ha detallado anteriormente, un país sin una ciencia y una tecnología punteras jamás será un país de primer orden. Es una pena que el esfuerzo político que ha supuesto conseguir la aprobación de estos PGE no haya impedido que el aumento de los recursos para el I+D sea limitado y que, desde luego, no nos vaya a acercar a Europa. Con un poco de suerte, evitarán que nos sigamos alejando.

En el periodo 2010-18, se aplicó una política de devaluación salarial y de recortes brutales en la política de I+D+i que ha acentuado nuestro deterioro tecnológico, ya que los productos de alta tecnología (y demanda constante) no se ven afectados en su coste por una reducción salarial y sí por una baja innovación tecnológica. Como consecuencia de una política económica basada en la austeridad fiscal y devaluación salarial que se ha llevado a cabo a partir de 2010, España puede considerarse como un país industrializado en declive. A esto, hay que añadir la incapacidad de retener talento, con una elevada tasa de emigración de personas con alta formación y conocimiento. En 2014, el porcentaje de personas con estudios superiores en riesgo de pobreza era muy superior al de la media europea. Esto influye notablemente en un problema esencial del sistema de I+D: la renovación del personal. Además, con demasiada frecuencia la rigidez del sistema funcional hace que sea imposible la captación de personal científico cualificado para desarrollar las áreas estratégicas urgentes en este país en un tiempo razonable. Esta situación constituye un auténtico cuello de botella para la mejora del sistema público español de I+D+i.

Por si esto no fuera ya algo más que sabido, la pandemia de la COVID-19 nos lo está recordando todos los días. Una sociedad basada en una economía de servicios es siempre vulnerable.

No se trata solo de incrementar puntualmente los fondos dedicados a la I+D en España. Esto hay que hacerlo de forma continuada, así como modificar la estructura de gestión actual para que se pueda captar el personal necesario para su desarrollo y que pueda servir de base a una nueva sociedad, con una economía asentada en el conocimiento y la innovación. Pero, sobre todo, no nos cansaremos de repetir que hay que entender que la I+D+i es una inversión, no un gasto superfluo. No hacerlo, considerando la situación actual y los retos que tenemos por delante, será convertir España en un país subalterno en el concierto mundial.

5. Recomendaciones

1. La pandemia ha puesto de manifiesto no solo la debilidad de nuestras estructuras sanitaria y de investigación, sino también la falta de adaptación y diversidad de nuestra economía, demasiado dependiente del turismo y de sus sectores allegados —hostelería, ocio y construcción— y, por tanto, de decisiones que se toman fuera de nuestro país. No parece razonable que un país de 47 millones de habitantes dependa en gran parte de la recepción de más de 80 millones de turistas.
2. Los grandes retos a los que nos enfrentamos, como el cambio climático, la digitalización o la aparición de nuevas epidemias,

- no podrán gestionarse de forma eficaz sin un sistema de ciencia, tecnología e innovación sólido y de alta calidad, sensible a las nuevas orientaciones científico-tecnológicas y adaptado a la colaboración entre sus actores.
3. Es necesario promover un gran esfuerzo para lograr consolidar un sistema de investigación básica de alta calidad, con sectores estratégicos que puedan competir, al menos a nivel europeo, con los países más avanzados.
 4. Hay que afrontar la reindustrialización urgente de España sobre la base de la ciencia, la tecnología y la innovación para contrarrestar el declive industrial de las últimas décadas. Para ello es necesaria la modificación de las estructuras de interfaz entre la investigación y las empresas.
 5. Un sistema de ciencia y tecnología de excelencia no solo requiere una inversión intensa continuada (superior al 2,5% del PIB), sino también un cambio en las burocratizadas estructuras actuales, que dificultan en gran medida alcanzar una ciencia de excelencia. Además, hay que sacar al actual sistema de su estado comatoso con un plan de choque que contemple el retorno de científicos y la captación de investigadores extranjeros de primer nivel.
 6. Hay que diseñar un sistema de ciencia y tecnología que sea capaz de afrontar emergencias de una forma flexible y que establezca áreas estratégicas en las que poder competir para que los gobernantes tomen la decisión final sobre dónde invertir como estrategia de futuro. Este nuevo sistema necesita inexcusablemente de la incorporación casi masiva de científicos jóvenes de alta calidad, bien preparados, sean españoles o extranjeros.
 7. En suma, es preciso modificar las estructuras actuales de ciencia y, sobre todo, los sistemas actuales de gestión, que dificultan de forma intensa el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Actualmente, sus prácticas y preocupaciones se encuentran anquilosadas y son incapaces de fomentar un sistema científico-tecnológico que pueda responder ante los retos que tenemos por en el futuro inmediato.

A comienzos del 2020 fuimos testigos del inicio de una emergencia mundial sobre la cual este informe no podía mantenerse indiferente. La pandemia de COVID-19, que desde su primera expansión afectó gravemente a España, ha puesto de manifiesto no solo la debilidad de nuestras estructuras sanitaria y de investigación, sino también la falta de adaptación y diversidad de nuestra economía. Los grandes retos a los que nos enfrentamos, como el cambio climático, la digitalización o la aparición de nuevas epidemias, no podrán gestionarse de forma eficaz sin un sistema de ciencia, tecnología e innovación sólido y de alta calidad.

A lo largo de este informe, se analizan, a través de varios capítulos, la situación real de la ciencia y la innovación en nuestro país (y su comparación con otros) y las posibles vías por las que puede avanzar un desarrollo consolidado y ordenado del sistema, de manera que pueda, por fin, convertirse en la base de una economía menos frágil que la actual.

Coordinación del informe: Vicente Larraga

Director del Laboratorio: Jesús Ruiz-Huerta Carbonell

Coordinación editorial: Jorge San Vicente Feduchi



Con el apoyo de

