

LA INNOVACIÓN, UN DESAFÍO INAPLAZABLE

INTRODUCCIÓN EDITORIAL

EL lector tiene en sus manos un número de la revista *Papeles de Economía Española* dedicado a la innovación en España, en el que participan dieciséis autores procedentes de universidades españolas, centros de investigación y departamentos de dirección y gestión de actividades científicas y tecnológicas. En más de un caso, tales autores combinan, o han combinado en el pasado, tareas académicas y de gestión.

La innovación mantiene una estrecha relación con la ciencia, y cuando se desciende a los datos estadísticos que permiten medirla y compararla entre países, resulta a menudo difícil separarla de ella, tanto más cuanto más se quiere retroceder en el tiempo. Así, aunque este número de *Papeles de Economía Española* pone el foco en la innovación, la referencia frecuente a la ciencia es inevitable. Por esta razón, resulta importante definir desde el inicio el espacio propio de una y otra y también las relaciones entre ambas.

Con la innovación, un país busca crear valor añadido a partir del conocimiento, en forma de nuevos productos o procesos productivos, mientras que con la investigación y el desarrollo experimental (I+D) busca crear ciencia. La tecnología, entendida como la técnica o conjunto de técnicas mediante las cuales se producen los bienes y servicios, se sitúa entre la ciencia y la innovación, y tanto las empresas como la comunidad científica participan de su desarrollo. Pero mientras que la tecnología creada por las empresas sirve directamente a sus preocupaciones e intereses, teniendo por ello una alta probabilidad de convertirse en innovación, la generada por la comunidad científica, aun cuando tiende a ser más disruptiva, no siempre es una fuente de innovación. Necesita de la empresa para ello, y el encuentro con esta no es inmediato, requiriendo con frecuencia de intermediación.

El conocimiento que da origen a la innovación no ha de ser necesariamente científico. La Revolución Industrial se basó inicialmente en el conocimiento artesanal de los caldereros, pero solamente alcanzó su verdadera fuerza transformadora cuando se pudo aplicar la tecnología creada a partir de la Ciencia que había comenzado a generarse en el siglo XVII. De la misma manera, en la economía actual, el conocimiento creado por las ciencias socioeconómicas y las humanidades, así como por la práctica diaria (conocimiento artesanal) son la

**CON LA INNOVACIÓN,
UN PAÍS BUSCA CREAR
VALOR A PARTIR DEL
CONOCIMIENTO,
MIENTRAS QUE CON
LA INVESTIGACIÓN
Y EL DESARROLLO
EXPERIMENTAL (I+D)
BUSCA CREAR CIENCIA**

**ENTRE LOS
GRANDES DESAFÍOS
ECONÓMICOS A LOS
QUE SE ENFRENTA
HOY ESPAÑA, LA
CONSTRUCCIÓN DE
UN SÓLIDO SISTEMA
ES DE CRUCIAL
IMPORTANCIA**

base de muchas «innovaciones no tecnológicas», que se han hecho imprescindibles, tanto para las empresas de servicios como para las manufactureras.

Tras estas breves precisiones conceptuales, que buscan perfilar bien la naturaleza del monográfico que se presenta en estas páginas introductorias, hay que justificar el título elegido, señalando ante todo que entre los grandes desafíos económicos a los que se enfrenta hoy la España que deja atrás la pandemia, la construcción de un sólido sistema de innovación, acorde con el nivel del desarrollo económico alcanzado ya, es de una importancia primordial. Es el que mayor transformación económica puede prometer de cara al futuro. Pero, al mismo tiempo, es el más difícil de afrontar, primero, porque sus resultados son menos visibles en el corto plazo, y después, porque exige enfoques renovados, puesto que se trata de un reto antiguo, siempre contemplado, pero nunca abordado con los medios y la resolución necesarios. Desde que se cerrara la transición democrática, aun figurando con énfasis diversos en las agendas de todos los gobiernos, no ha recibido la suficiente atención de ninguno. Como consecuencia de ello, la posición actual de España en este crucial terreno de la innovación podría decirse, sin cargar las tintas, que es bastante deslucida, incluso dentro de Europa, un continente en su conjunto también enfrentado a importantes retos tecnológicos, como consecuencia del rápido avance de la digitalización en EE. UU. y China.

**LA POSICIÓN ACTUAL
DE ESPAÑA EN EL
TERRENO DE LA
INNOVACIÓN PODRÍA
DECIRSE, SIN CARGAR
LAS TINTAS, QUE ES
BASTANTE DESLUCIDA,
INCLUSO DENTRO
DE EUROPA**

En efecto, la edición de 2020 del *European Innovation Score Board (EIS)*, el informe anual sobre la posición de la Unión Europea (UE) en materia de innovación elaborado por la Comisión Europea, que utiliza 27 indicadores y evalúa diez dimensiones de la innovación, sitúa a España lejos de los países «líderes innovadores», los escandinavos y los Países Bajos, además de Luxemburgo, y también de los «innovadores fuertes», entre los que sorprendentemente se encuentran Portugal, Irlanda y Estonia, acompañando a Alemania, Francia, Bélgica y Austria. España se integra en un tercer grupo de «innovadores moderados», en el que también se encuadran Croacia, Chipre, Chequia, Grecia, Hungría, Italia, Letonia, Lituania, Malta, Polonia, Eslovaquia y Eslovenia. Se observará que se trata de un grupo formado por los países del sur de Europa, con la excepción de Portugal, y los del centro y el este integrados en la UE en 2004, con ocasión de la quinta ampliación de esta área, con el añadido de Croacia, país que se incorporaría en 2013.

La posición relativa de España en el informe citado ha empeorado desde 2011, lo que principalmente se debe a la severidad que alcanzó la crisis financiera iniciada en 2008 y a los graves efectos de la pandemia del coronavirus, pero no dejaba de ser ya bastante precaria antes de

estas crisis, como múltiples y reiterados informes sobre la economía española han puesto de relieve en las últimas décadas; en realidad, desde que se cerrara el proceso de industrialización, al final de la década de 1960 y aún más claramente, tras el final de la transición democrática y la entrada de España en la UE. La urgencia de construir un sistema tecnológico más potente y complejo es algo que se reclamaba ya en esas fechas tan lejanas. En las conclusiones del recomendable libro *Cambio técnico y dependencia tecnológica, el caso de España*, escrito por Carmela Martín y Luis Rodríguez Romero, y publicado en 1977 por la prestigiosa Fundación del INI (serie E, n.º 11), que dirigía Julio Segura, se lee: «En el caso Español, el Sector Tecnológico Interior, a pesar de las modificaciones que se han experimentado en los últimos años, se sigue caracterizando por su total insuficiencia en términos comparativos con los países industrializados. Por otra parte, la normativa jurídica que afecta a los canales o vías en que se materializa la transferencia de tecnología, ha constituido una política implícita que ha tendido a favorecer la importación de nuevas técnicas, en detrimento de su apoyo a la producción interior» (pág. 208).

Conviene señalar, no obstante, para mejor valorar la conclusión citada, que la estrategia de desarrollo tecnológico óptimo aconseja aprovechar al máximo las tecnologías creadas en otros países más adelantados, sobre todo en fases tempranas de desarrollo, en las que hacerlo resulta menos costoso (más tecnologías disponibles para incorporar y acceso más libre a ellas por el tiempo transcurrido desde que se crearon), y dotar al sistema tecnológico interior sobre todo de capacidades de asimilación y adaptación de las tecnologías adquiridas o imitadas. Los datos ofrecidos en el libro aludido, referidos al año 1971, reflejan bien la posición tecnológica relativa de la España de entonces. Su gasto en I+D, medido sobre el PIB, se situaba entre el 14 por 100 y el 22 por 100 del francés, el alemán, el británico, el sueco, el suizo, el norteamericano o el japonés, y alcanzaba solo al 40 por 100 del de Dinamarca o Italia. La proporción de ese gasto realizada por las empresas, una medida que aproxima mejor el papel de la innovación, no llegaba al 50 por 100, mientras que en los países citados superaba este umbral.

España había logrado en aquellas fechas el 81 por 100 del PIB per cápita de la UE-15, y por consiguiente, era ya necesario, como señalaban los autores del ensayo citado, adoptar una estrategia que priorizara el sector tecnológico propio, sin por ello dejar de recurrir a la ayuda de la inversión exterior directa. Pero entonces España se enfrentaba a desafíos más urgentes y de mayor envergadura: la transición democrática y la incorporación a la UE, prerequisites para la modernización de la economía y el fomento de la innovación. En

el nuevo marco institucional mucho más favorable que resultó de cerrar ambos procesos, el esfuerzo tecnológico recibió importantes impulsos, pero no de la envergadura requerida. Como consecuencia, a comienzos del siglo actual, nada menos que treinta años después, España solo había multiplicado por 2,5 el volumen de I+D, medido sobre el PIB, alcanzando el 0,91 por 100, una tercera parte de la cifra registrada por Alemania, Japón y EE. UU., el 42 por 100 de la correspondiente a Francia y Corea del Sur, y el 50 por 100 de la atribuida al Reino Unido. Eslovenia, la República Checa y Estonia también invertían más que España en ciencia y tecnología en esas mismas fechas. Con respecto a la proporción de gasto realizada por las empresas, se había alcanzado ya el 54 por 100.

**EL GASTO DE I+D
SOBRE EL PIB DE
ESPAÑA ES SOLO EL
43 POR 100 DEL DE
EE. UU Y ALEMANIA,
Y EL 54 POR 100
DEL DE FRANCIA,
Y LAS EMPRESAS
SOLAMENTE EJECUTAN
EL 57 POR 100
DEL TOTAL**

Aún hoy, transcurridos veinte años más, el esfuerzo tecnológico de España es solo el 43 por 100 del de EE. UU y Alemania, el 40 por 100 de los países nórdicos de Europa, y el 54 por 100 del francés, y no llega a un tercio del de Corea del Sur y Japón. Y las empresas únicamente ejecutan el 57 por 100 de ese gasto, un porcentaje sensiblemente menor al alemán (69 por 100), e incluso al italiano (62,7). La gravedad que alcanzó la Gran Recesión en España y los negativos efectos de la pandemia del coronavirus explican en buena medida los pocos avances logrados en este ámbito durante la última década, pero es conveniente recordar que al final de su etapa más expansiva, en 2008, España solo alcanzó un gasto en I+D sobre el PIB del 1,32 por 100, superando por poco la mitad del nivel alemán, y quedándose a 0,5 puntos porcentuales de la media de la UE-27. No hay que olvidar, sin embargo, que el gasto en I+D es solamente una de las dimensiones del Sistema Nacional de Innovación, por utilizar el término acuñado en el entorno de 1990 por Bengt-Åke Lundwall y Christopher Freeman, que introduciría un nuevo paradigma en el enfoque de la innovación. Existen otras dimensiones, entre ellas, las recogidas por el informe de la Comisión Europea mencionado al inicio de este escrito, varias de ellas relativas al marco y al entorno económico para la innovación. Considerando la totalidad de ellas, la posición comparada de España mejora, reflejando sobre todo que existe un gran potencial para la innovación.

La posición tecnológica de España también resulta mejorada si se juzga exclusivamente por el desarrollo científico alcanzado. El rápido incremento del número de artículos publicados por los científicos e investigadores españoles en las revistas más prestigiosas del mundo durante las últimas tres décadas parecería indicar que el centro del problema del desarrollo tecnológico español se encuentra en la reducida capacidad para convertir los nuevos conocimientos en nuevos productos y procesos productivos, precisamente la tarea que concierne a la innovación.

Las deficiencias en el proceso de transferencia de los avances científicos hacia el sector productivo o la falta de capacidades financieras y empresariales para obtener el provecho económico que podrían deparar serían pues la clave. Algo parecido suele decirse de Europa, cuando se compara con EE. UU. en el ámbito tecnológico, habiéndose incluso llegado a definir la paradoja europea (excelencia en la generación de conocimientos y fallos en la transferencia al sector productivo). ¿Podría hablarse también de la paradoja española? Difícilmente. Es más probable que deba cuestionarse el avance real en el conocimiento incorporado en las publicaciones científicas españolas, tal y como apunta Alonso Rodríguez Navarro («España suspende en investigación por causa de la política científica», *Blog Nada es gratis*, 10-05-2021). Sería difícil que fuese de otro modo en un país donde los nuevos doctorandos tienen dificultades para trabajar y encadenan contratos precarios, para acabar emigrando a otras universidades extranjeras, y donde los institutos de investigación no tienen garantizados los medios financieros necesarios para culminar los proyectos en curso.

A nuestro juicio, lo que acabamos de señalar acerca del sistema de ciencia y tecnología español suscita al menos tres preguntas. La primera es la siguiente: ¿por qué no ha habido nunca en España una apuesta más decidida por la innovación, como la ha habido en otros países? La segunda podría formularse así: ¿cómo debe configurarse hoy esta apuesta, para que tenga garantías de éxito? Finalmente, la tercera y última sería: ¿es urgente hacerlo?

Los artículos incluidos en este número monográfico de *Papeles de Economía Española* dedicados a la innovación tratan de dar respuesta a estas tres preguntas, pero tienden a centrarse en la segunda, con el fin de ofrecer orientaciones para una nueva política tecnológica, por la que queremos apostar decididamente. Por esta razón, avanzamos a continuación algunas respuestas breves a la primera y última de las cuestiones planteadas.

A la primera de las preguntas, que busca conocer las razones de la carencia de una apuesta decidida por la innovación en España, podría responderse, utilizando la claves analíticas del reconocido historiador Joel Mokyr (The past and the future of innovation: Some lessons from economic history, *Explorations in Economic History*, vol. 69(C), págs. 13-26. Elsevier), diciendo que el tamaño de las empresas y la estructura sectorial de la producción han sido, junto con el entorno económico y social, los principales determinantes de la actividad innovadora en España, como también lo han sido en otros países. El predominio de empresas de muy reducida dimensión, junto a una estructura productiva especializada en el turismo y en las manufacturas más intensivas

**EL PREDOMINIO
DE EMPRESAS
DE REDUCIDA
DIMENSIÓN, JUNTO
A UNA ESTRUCTURA
PRODUCTIVA INTENSIVA
EN TRABAJO Y
RECURSOS NATURALES
HAN LIMITADO
LA INNOVACIÓN
EMPRESARIAL**

en trabajo y recursos naturales habrían limitado la actividad innovadora de las empresas españolas, que, en términos comparados, siguen hoy registrando un nivel bajo de inversión en tecnología (medida con relación al PIB). Por otra parte, el entorno económico y social tampoco ha sido muy propicio para la innovación, por múltiples y diversos factores entre los que cabría mencionar el aislamiento internacional en el que vivió España durante el franquismo y hasta la entrada en la UE, que, entre otras muchas cosas, limitó de forma sensible el espacio dejado al mercado y a la competencia libre, verdaderos motores del crecimiento, en palabras de William J. Baumol (*The free-market innovation machine*. Princeton Press, 2002), la escasa vertebración y coordinación del tejido empresarial, una notoria deficiencia aun hoy, la reducida valoración social de la figura del empresario hasta bien entrada la democracia, quizá como fruto de una historia cargada de enfrentamientos sociales, o el escaso relieve otorgado a las actuaciones promotoras de las administraciones públicas, tal vez por falta de confianza en sus capacidades o quizá por la resistencia a incrementar sus presupuestos económicos.

**EL ENTORNO
ECONÓMICO Y SOCIAL
TAMPOCO HA SIDO
PROPICIO PARA LA
INNOVACIÓN**

Entre todos estos factores, nos gustaría llamar la atención acerca de la importancia de los mencionados en segundo lugar, los encuadrados dentro del amplio título de entorno económico y social. Dar un peso excesivo al tamaño empresarial y a la estructura productiva supondría creer que ambas son variables exógenas, algo que dista mucho de ser claro. Es muy posible que un gran tamaño empresarial sea el resultado de elevadas capacidades empresariales, entre las que destacaría la innovación, tal y como han argumentado Vicente Salas y Emilio Huerta en varios de sus recientes trabajos y no costaría mucho apoyar con los escritos de Joseph A. Schumpeter. Con respecto a la estructura productiva, en gran medida, refleja las ventajas comparativas de que un país dispone, que, como es sabido, se asocian a aquellas producciones que usan los factores productivos más abundantes, pero no debe olvidarse que tal abundancia está condicionada por el desarrollo económico previo, en el que la innovación desempeña un papel de primer orden.

**ESPAÑA HA CARECIDO,
Y CARECE AÚN,
DE UN MARCO
INSTITUCIONAL QUE
PROMUEVA UNA
ESTRECHA Y EFICAZ
COOPERACIÓN ENTRE
EL SECTOR PÚBLICO Y
EL PRIVADO**

Por otra parte, al hablar de los factores de entorno económico y social conviene apuntar que España ha carecido, y carece aún, de un marco institucional que promueva una estrecha y eficaz cooperación entre el sector público y el privado, que favorezca la fortaleza de ambos, equilibre sus intereses y ambiciones e integre las piezas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. La innovación y el desarrollo económico se asientan sobre este factor crucial, según ilustra el análisis histórico realizado por Daron Acemoglu y James A. Robinson en su último libro, titulado *Un pasillo estrecho* (Deusto, 2019). De aquí se

desprende una primera contestación a la segunda de las preguntas que formulábamos anteriormente, la que busca conocer cómo forjar una verdadera apuesta por la innovación: favoreciendo la vertebración y coordinación del tejido empresarial, y su firme implicación con el desarrollo tecnológico, y fortaleciendo al sector público, con más recursos especializados, sobre todo humanos, y con un mejor marco de interlocución y colaboración con el sector privado. Sobre estas bases, deberían redefinirse los papeles respectivos de la política científica y tecnológica, así como las vías fundamentales de transferencia de conocimientos.

La última de las preguntas formuladas, acerca de la urgencia de una apuesta firme por la innovación tiene, a nuestro juicio, una respuesta sencilla. No solo es urgente. Aplazada ya durante demasiado tiempo, tal apuesta es hoy inaplazable. Explicamos a continuación el por qué.

Considerando el parco esfuerzo tecnológico desarrollado por España hasta ahora, no resulta extraño que con frecuencia se haya calificado de milagro lo logrado desde la entrada en la UE hasta 2007: veintidós años de avance sostenido del PIB (brevemente interrumpidos por el negativo impacto de la unificación alemana), a una tasa media anual del 3,4 por 100. Crecimiento económico e innovación doméstica no fueron aquí dos fenómenos asociados, como se habría esperado. Ciertamente es que parte de ese crecimiento económico tuvo bases artificiales, sobre las que alertaban los grandes desequilibrios económicos que lo acompañaron (elevado endeudamiento de familias, sociedades financieras y no financieras y abultado déficit exterior). De ahí la profundidad de la crisis financiera vivida, de intenso ajuste de los excesos de endeudamiento y gasto. Pero cierto es también que el periodo mencionado culminó el proceso de transformación de la economía española iniciado con la incorporación a la UE en 1985. La internacionalización de las empresas produjo cambios profundos en la estructura empresarial, haciendo brillar a un grupo de grandes empresas, reducido pero muy competitivo internacionalmente, y el tejido productivo se expandió mediante la inversión productiva de empresas domésticas y foráneas, y merced a una gran cantidad de mano de obra emigrante, con cuya incorporación España se homologó con los demás países europeos en este importante aspecto. Pero la flaca base tecnológica de este crecimiento económico dejó ver su sombra en el lento avance de la productividad total de los factores (PTF), la medida de la eficiencia conjunta del trabajo y el capital en el proceso productivo. Con una tasa promedio de aumento del 0,3 por 100 anual, España se distanció de la UE-27 en la evolución de esta variable crucial, que guía el progreso de la productividad del trabajo y del PIB per cápita.

**EL PIB DE ESPAÑA ES
HOY EL 84,3 POR 100
DEL DE LA EUROZONA.
SI SE QUIERE ELEVAR
ESTA CIFRA AL 90 POR
100, LA CONSEGUIDA
EN 2005, ÚNICAMENTE
LA INNOVACIÓN
OFRECE UNA BAZA
SEGURA**

España culminó pues en el período descrito la internacionalización de su economía en sus diferentes vertientes, comercial, productiva y de apertura a la inmigración, haciéndose más semejante a los líderes europeos. Únicamente el mercado de trabajo y el sistema de ciencia e innovación siguen mostrando perfiles discordantes que deben desaparecer cuanto antes.

La urgencia de una apuesta por la innovación hoy puede justificarse aún de otro modo. El PIB de España es hoy el 84,3 por 100 del de la Eurozona. En 1975 ya se alcanzaba ese nivel relativo (83,9 por 100). Si se quiere elevar esta cifra al 90 por 100, la lograda en 2005, únicamente la innovación ofrece una baza segura. Es muy poco probable que se encuentren mecanismos sustitutorios eficaces, como los que funcionaron en el pasado.

La gran transformación de la economía que se iniciará ahora, apoyada en los fondos europeos recibidos, y guiada por objetivos tan ambiciosos como la transición digital, la transición ecológica y el desarrollo del sistema de salud, ofrecerá una gran oportunidad para la innovación, sobre todo si sirve para desplegar una nueva política industrial que reclame y aproveche nuevos saberes. Pero el notable despliegue organizativo y de coordinación que requerirá llevar a buen puerto los grandes proyectos tractores puestos en marcha, absorberá mucho de los recursos humanos de las administraciones públicas, lo que, junto con el elevado endeudamiento que poseen, muy bien podría conseguir que la innovación fuera relegada una vez más a un lugar secundario en la agenda gubernamental, a la espera de tiempos mejores. ¡Ojalá no sea así!

Cerramos esta presentación explicando la organización del número de *Papeles de Economía Española* que el lector tiene en sus manos y comentando brevemente cada uno de los artículos incluidos en él.

Abren el monográfico dos artículos que ofrecen visiones generales sobre la política de innovación en la UE y en España, analizando sus evoluciones y sus orientaciones para los próximos años. Con ellos se busca ofrecer un marco general de referencia para comprender mejor las restantes contribuciones. En el primero de los artículos, **Román Arjona** y **Julien Ravet**, comienzan por señalar que los grandes desafíos a que se enfrenta Europa hoy demandan un papel más destacado de la política de I+D+I. Aunque Europa posee una sólida base de investigación científica, con algunos extremos especialmente sobresalientes, como los de clima y medio ambiente, muestra flaquezas notorias en la digitalización, y de forma más general, en la innovación empresarial disruptiva, ámbitos donde EE. UU. y China progresan a

ritmos rápidos. El reducido relieve de los fondos de capital riesgo constituye un serio hándicap. A continuación, los autores señalan que la naturaleza cambiante de la innovación exige una política de I+D+I transformadora, diferente a la seguida en etapas anteriores, (la política de innovación para el crecimiento de los decenios de 1950 y 1960, o la política posterior, dirigida a corregir fallos del sistema), creando redes entre los agentes involucrados en la innovación. La política nueva transformadora se basa en tres conceptos, direccionalidad (definición de objetivos claros, atendiendo a los ODS, y uso de todas las palancas para alcanzarlos), coordinación (alineación de ellos con los de otras políticas) y cocreación, involucrando en su consecución a un conjunto más amplio de agentes (ciudadanos, científicos, industria y partes interesadas).

En el segundo de los artículos, **Laura Cruz-Castro** y **Luis Sanz-Menéndez**, analizan los enfoques seguidos por la política científica y la de innovación en España, desde la transición política. Para los autores, la clave de una política de innovación se encuentra en su relación con la política de investigación, además de en cómo se integra con otras políticas sectoriales y transversales, y en particular, con la política industrial. También, desde luego, en la configuración institucional que se elige para gestionarla. La cercanía a otras políticas sectoriales hace que el desarrollo del conocimiento tenga una base en las necesidades y exigencias del sistema productivo, y responda a las oportunidades que surgen dentro de este, abandonando toda idea simple acerca de una relación lineal que iría desde los conocimientos a sus plasmas productivas. En España, durante los años ochenta, la política científica y la de innovación gozaron de autonomía, y existió coordinación entre ellas. Además, la política de innovación se encontraba ligada a la política industrial. A partir de mediada la década de 1990, al tiempo que la política industrial se descentralizaba regionalmente y tendía a perder relieve (y no solo en España), la política de innovación se supeditaba a la política científica, haciéndose dependiente de los limitados presupuestos públicos asignados a I+D. Los cambios de competencias entre los diferentes ministerios involucrados en ambas políticas (industria, educación, ciencia y tecnología...) tendieron a favorecer este resultado que acabó estrechando el espacio otorgado a la política de innovación.

Después de estos dos artículos, se incluye un tercero, que puede considerarse también de carácter introductorio, que investiga el papel de la cultura de un país en su desarrollo científico y tecnológico, un tema que consideramos de gran importancia, porque podría ofrecer nuevas claves explicativas de la situación de España en el ámbito de la innovación. El artículo está escrito por **Miguel Á. Quintanilla Fisac**.

El autor parte de definir la cultura técnica de un grupo social como aquella formada por todos los rasgos culturales (información descriptiva, práctica y valorativa) que se refieren a, o se relacionan de algún modo, con sistemas técnicos. Tras describir sus elementos determinantes, el autor estudia qué tipo de cultura científica y técnica adquieren los estudiantes de la ESO en España. A continuación, analiza los niveles de cultura científica de la población española y sus actitudes con respecto a la ciencia y al gasto científico. Finalmente, se estudian los determinantes de la innovación empresarial, descubriendo que la actitud favorable hacia la ciencia de los directores de la empresa ejerce una influencia positiva en ella.

Los seis artículos que se incluyen a continuación ofrecen un panorama, que pretender ser bastante completo, del Sistema de Innovación Español, para utilizar de nuevo la denominación introducida por Bengt-Åke Lundwall y Christopher Freeman, estudiando cada una de las organizaciones que lo integran y valorando sus fortalezas y debilidades.

Inicia este análisis el artículo de **Agustí Segarra Blasco**, que comienza examinando cómo ha evolucionado la visión del papel del Estado en la innovación, para resaltar las contribuciones de Robert Nelson y Kenneth Arrow, que, al destacar la naturaleza del conocimiento como bien no rival y de incompleta apropiabilidad, abrieron el camino a la intervención del Estado en el desarrollo tecnológico. A continuación, analiza las diferentes políticas de innovación seguidas, sus objetivos, su relación con otras políticas y los instrumentos que han utilizado de forma más frecuente. Distingue entre las primeras políticas, dirigidas principalmente a corregir los fallos de mercado, las utilizadas a partir de la década de 1990, que buscaron completar y vertebrar el Sistema Nacional de Innovación, y las que se están promoviendo actualmente, orientadas al impulso de misiones, con el fin de responder a los grandes retos tecnológicos y medioambientales planteados. Utilizando las palabras del autor, estas políticas «parten de objetivos generales, buscan la complicitad de una gran variedad de actores implicados y, conforme van progresando y desarrollándose, establecen los objetivos concretos que, posteriormente, serán abordados por los diferentes niveles de gobierno, las agencias oficiales, las universidades, las instituciones científicas y de transferencia tecnológica, y las empresas innovadoras». Finalmente, el autor analiza en términos comparados, las políticas de innovación seguidas en España, su dimensión y los instrumentos preferentemente usados, para concluir advirtiendo de la gran oportunidad que ofrecen los Fondos Europeos *Next Generation EU*.

Analizado el papel del Estado dentro del Sistema Nacional de Innovación, el artículo de **Juan Mulet**, estudia la actividad innovadora de la empresa española. El artículo comienza destacando dos características fundamentales del colectivo empresarial español que el autor considera claves para explicar su capacidad innovadora, su distribución por tamaños y su distribución por sectores, y presta una especial atención al espacio que ocupan las actividades de alta tecnología. La conclusión que se deriva de este análisis es que, en relación con los líderes europeos, España se encuentra en una posición más débil en cuanto a tamaño de sus empresas y al peso de los sectores con más posibilidades de basar su competitividad en la innovación. A continuación, el autor estudia pormenorizadamente y en términos comparados el entorno investigador de las empresas española, siguiendo el contenido del *European Innovation Score Board (EIS)* de 2020. Finalmente, analiza la actividad innovadora de las empresas españolas tal y como se desprende de la *Encuesta de Innovación* del INE, y la compara con la que muestran sus pares en los principales países europeos, mediante el *Community Innovation Survey (CIS)*, elaborado por Eurostat. Este último análisis ofrece muchos resultados interesantes, como el reducido volumen comparado de patentes que realizan las empresas españolas o la relativa carencia de financiación privada.

En el siguiente artículo, **Mercedes Teruel** examina la política española con respecto a las *start-ups* innovadoras. Este tipo de empresas se han erigido como agentes disruptivos, con capacidad de transformar la estructura del mercado de sectores tanto tecnológicos como tradicionales, y por ello, los responsables del diseño de las políticas de innovación han centrado cada vez más su atención en ellas. El artículo se inicia destacando las ventajas y desventajas que poseen las *start-ups* frente a otros modelos de negocio. Entre las primeras, la flexibilidad para explorar oportunidades, una alta cualificación de sus trabajadores, y elevadas capacidades de aprendizaje y de adaptación al entorno cambiante; entre las segundas, la falta de experiencia en el mercado y un pequeño tamaño, factores que reducen sus posibilidades de supervivencia, sobre todo en tiempos de crisis. A continuación, se señalan los principales determinantes del número de empresas de esta naturaleza que intervienen en un mercado, destacando entre ellos el nivel de desarrollo del país y la facilidad de obtener financiación para las empresas. Finalmente, se analizan las *start-ups* españolas, destacándose su concentración en Barcelona y Madrid y su elevada juventud, pues un elevado porcentaje de ellas se encuentran en la fase semilla, quizá un rasgo indicativo de la dificultad que tienen para sobrevivir. La conclusión más general es que la densidad del ecosistema de *start-ups* españolas es inferior a la que correspondería

al nivel de desarrollo logrado por nuestro país, por lo que existe un margen potencial para la mejora, cuya efectiva realización depende, entre otras cosas, de mejoras en el acceso de las empresas a la financiación. El artículo concluye con un amplio conjunto de orientaciones para la actuación pública.

A continuación, el artículo de **Francisco Mas Verdú** analiza la transferencia del conocimiento. Comienza destacando la pobreza de esta transferencia en España y su papel menguante en la última década. Estos rasgos se atribuyen, de una parte, al desconocimiento por parte de las empresas de la actividad científica y de cómo esta podría fortalecer sus estrategias competitivas, y de otra, al distanciamiento de los investigadores universitarios con respecto a la realidad económica. A continuación, se analizan los intermediarios de la innovación, cuya función es doble, la de reducir el coste de la búsqueda de conocimiento externo por parte de las empresas, y la de aumentar el alcance de esta búsqueda, gracias a las redes de relaciones que mantienen dentro y fuera del entorno territorial en el que se mueven las empresas. Se estudian pormenorizadamente los dos intermediarios más importantes, los centros tecnológicos y las OTRI. Los primeros reciben una valoración positiva, aunque poseen deficiencias de financiación y gobernanza, que tienden a favorecer un creciente peso en su oferta de servicios de los más estandarizados, y para los que, con frecuencia, existe ya una oferta privada. La actividad realizada por las OTRI recibe en cambio una valoración muy reducida, porque una parte creciente de ella consiste en tareas de intervención y de revisión administrativa, que las alejan de su finalidad primordial: la promoción de acciones de comercialización y proyectos de transferencia. Por ello, resulta necesario afrontar un proceso de refundación, creando nuevas y auténticas OTRI y dotándolas de una mayor dimensión, evitando la fragmentación actual y la falta de conexión entre ellas.

En octavo lugar, figura el artículo elaborado por **Ángela Triguero** dedicado al paradigma de la innovación abierta que postula que la capacidad de innovación de la empresa se incrementa con los flujos internos y externos de conocimiento. Está vinculado a otro paradigma, el de Sistema Nacional de Innovación, más recientemente denominado «ecosistema innovador», puesto que considera clave la interacción entre los distintos agentes involucrados en él, la universidad, el gobierno, la industria y la sociedad civil para la constitución de una potente red de conocimientos dirigida al estímulo de la innovación empresarial. Después de explicar las estrategias empresariales con respecto a la innovación abierta (*inbound y outbound*), la autora examina la colaboración público-privada en el seno de la UE. Señala

que la Comisión Europea está promoviendo el aprovechamiento del potencial endógeno que tiene cada territorio para crear conocimientos, y de forma más concreta, está tratando de que las universidades aumenten su contribución a este fin. Sin embargo, la evidencia empírica no siempre muestra que la cooperación con las universidades mejore los resultados de innovación de las empresas. En el caso de las regiones españolas es más preocupante la falta de apoyo del sector privado a la cooperación Universidad-Industria. Finalmente, utiliza un modelo *probit* para captar la influencia de la cooperación sobre la probabilidad de innovar en España, con datos referidos al período 2013-2016. Los resultados que obtiene indican, en general, que la colaboración público-privada en España es altamente beneficiosa para la innovación, y, además, que la cooperación de las empresas con las universidades consigue aumentar la probabilidad de que las primeras innoven en producto.

El último de los artículos dedicados al Sistema de Innovación en España analiza con detenimiento el Programa del Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA), una original y ambiciosa iniciativa de creación de diversos centros conectados (en red), desplegada ya en el comienzo del siglo actual, cuyo análisis puede ilustrar también el de otros programas similares desarrollados por otras comunidades autónomas españolas, especialmente Cataluña y El País Vasco, dirigidos a establecer centros públicos regionales de excelencia en investigación, y por tanto, de vanguardia y con vocación de impacto, fuera del ámbito de las universidades. Tras unas breves consideraciones críticas con respecto a la política científica seguida en España, el autor del artículo, **Alfonso González Hermoso de Mendoza**, repasa muy brevemente la política científica madrileña, para situar en ella la creación del Programa IMDEA. A continuación, analiza pormenorizadamente las características y objetivos del programa, que cuenta hoy con 882 investigadores de más de 30 países y siete centros (Agua, Energía, Redes digitales, Software, Alimentación, Materiales, y Nanociencia), de los nueve que se pusieron en marcha inicialmente. Finalmente, realiza una detenida valoración de los resultados obtenidos, que resulta muy positiva, dentro de la limitación de los recursos con los que ha contado. Su conclusión es que el programa IMDEA, como otras iniciativas regionales y nacionales, aun no habiendo conseguido todos los objetivos que perseguía, ha contribuido de manera significativa a la mejora del sistema madrileño y nacional de ciencia y tecnología, encontrándose bien arraigado en el Sistema Europeo de Ciencia y Tecnología y obteniendo una parte significativa de sus ingresos de contratos con empresas u organismos extranjeros. No obstante, el autor considera que el programa IMDEA necesita un marco que establezca un compromiso efectivo de la Comunidad de Madrid para

promover un desarrollo económico y social soportado en la ciencia. En caso contrario, cree que no dejará de ser una anécdota difícilmente sostenible en su propósito.

Los tres artículos que cierran este número de *Papeles de Economía Española* analizan las nuevas oportunidades que ofrecen para la innovación tres grandes transformaciones económicas y sociales que progresan hoy a un gran ritmo: la transición ecológica, el desarrollo de la robótica y la inteligencia artificial y la investigación en biomedicina.

El primero de ellos, ha sido elaborado por **Pablo del Rio, José García-Quevedo y Ester Martínez-Ros** y se dedica a la ecoinnovación. Tras definir esta como toda innovación que reduce el impacto ambiental causado por las actividades de producción y consumo, sea ambiental o no la principal motivación para su desarrollo o adopción, los autores analizan la situación de esta clase de innovación en Europa, mostrando el papel destacado de Luxemburgo y los países nórdicos, según el índice ofrecido para 2019 en la publicación *Eco-Innovation Scoreboard*. A continuación, evalúan la situación de España, que figura entre los países intermedios en el índice citado, sensiblemente rezagada con respecto a los líderes señalados, pero no con respecto a Francia, o los Países Bajos. Las debilidades se encuentran en la esfera de los *inputs* y de los resultados socioeconómicos. Más adelante, los autores ofrecen una amplia revisión de la literatura existente acerca de los determinantes y barreras de la ecoinnovación, especialmente para el caso de España, en donde los análisis empíricos han tendido a basarse en los datos de la encuesta PITEC, cuya elaboración no se guía por un objetivo de análisis del tipo de innovación que aquí se trata. Entre los muchos resultados obtenidos, merece destacarse que la reducción de los costes de energía y materiales y la regulación ambiental son los principales determinantes de la ecoinnovación en España, aunque en diferente grado según el tipo de tecnologías, así como que las capacidades innovadoras propias de las empresas influyen también en aquellas innovaciones medioambientales que son nuevas para el mercado. Finalmente, los autores analizan las políticas seguidas en España para el fomento de este tipo de innovación, concluyendo que la regulación establecida la ha impulsado, mientras que no resulta claro que lo hayan hecho las subvenciones a las empresas. Con respecto a la imposición medioambiental, no parece estar teniendo efectos significativos.

En el siguiente artículo, **Jorge Villagra** analiza la innovación en los ámbitos de la robótica y la inteligencia artificial, dos aspectos claves de la llamada revolución digital, caracterizada por la computación masiva

y la conectividad universal. En el texto, su autor comienza explicando en qué consiste la inteligencia artificial, y cómo su auge actual se basa en el aprendizaje supervisado, que se caracteriza por el uso de conjuntos de datos etiquetados, diseñados para entrenar algoritmos que clasifiquen datos en categorías o predigan resultados con precisión. También relaciona este auge con el de los activos intangibles en las empresas. Pero el desarrollo de la inteligencia artificial está sometido a retos de tanta envergadura y a tan elevadas dosis de incertidumbre, que exige un esfuerzo público fuera de lo común, acorde con el cambio de paradigma que va a producir. A continuación, el autor reclama una gobernanza equilibrada de los datos, ya que su recopilación, y el uso y abuso de ellos, pueden exponer a las personas a riesgos de los que no son conscientes. Tal gobernanza pasa por una reeducación de las personas desde las primeras etapas de su interacción con la inteligencia artificial, independientemente de que se trate de desarrolladores o usuarios. Más adelante, el autor aborda la amenaza que estas tecnologías representan para el empleo de la población, algo que dependerá del uso que se haga de ellas. Desde esta perspectiva, son aspectos claves los de quién dirige el desarrollo de estas tecnologías y hacia dónde, por lo que el autor discute sobre esta cuestión, señalando que la Unión Europea tiene la oportunidad de marcar un camino propio muy cuidadoso, diferenciado del de EE. UU y China, que se base en la defensa de los siguientes principios: primacía de las personas, seguridad y robustez técnica, gobernanza de los datos y privacidad, diversidad, no discriminación y equidad, transparencia y *accountability* y bienestar social y ambiental. El artículo se cierra con una valoración de la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial puesta en marcha en 2020, que considera bien encaminada, pero falta de ambición.

Se cierra esta sección, y con ella el número monográfico, con el artículo de **Luis Serrano** dedicado a la biomedicina. El artículo se inicia con un apartado en el que se estudia el marco institucional de la investigación biomédica. El autor se refiere en él a los nuevos centros de investigación –institutos nacionales, de una parte, y fundaciones privadas regionales, de otra– que surgieron como respuesta a los problemas de burocratización y financiación que tienen las universidades y el CSIC. Estos centros dieron inicialmente un gran impulso a la investigación, pero fueron perdiendo su independencia con respecto a los poderes públicos, y con ello, perdieron también competitividad (en un recuadro incluido en el texto, se analiza el caso especial del Centro de Regulación Genómica, a modo de ilustración). Este cambio en la funcionalidad de los centros mencionados se estudia con detenimiento, poniendo el foco, de una parte, en las trabas financieras y burocráticas a la investigación, y de otra, en las dificultades para la

transferencia de tecnología, que el autor considera que debe constituir un aspecto fundamental de la actividad de los centros citados. El artículo cierra con un apartado donde se reclama un nuevo sistema de innovación en biomedicina, describiéndose cómo debería funcionar éste en sus diferentes extremos. Sobre las nuevas bases planteadas, podría buscarse una convergencia en este ámbito de la innovación con otros países europeos, de los que España se encuentra lejos, a pesar de contar con 2.969 empresas de biotecnología que absorben el 0,6 por 100 del empleo nacional. En sus consideraciones finales, este autor señala su convicción de que en España se piensa aún que debe remunerarse a los investigadores para que desarrollen su curiosidad, y que no debe exigírseles que su trabajo tenga un impacto beneficioso en la sociedad.