

Recursos públicos de la ciencia: Valoración e impacto

DECIDES

RECURSOS
PÚBLICOS



Valorización de la ciencia: ¿por qué invertir en I+D+i?

Razones para una política pública de fomento de la ciencia
y el progreso tecnológico

JOSÉ MOLERO ZAYAS

Introducción

El punto de partida de esta reflexión consiste en una visión desde la economía y la sociedad de la investigación científica y el progreso tecnológico. Se trata de concebir ambos aspectos como medios para lograr una mayor eficiencia de la economía y con ella un mayor nivel de renta y bienestar de los ciudadanos. Así, los argumentos a favor o en contra de la intervención pública en la creación científica y tecnológica atenderán a ese principio básico, entendiendo que hay otros criterios y perspectivas igualmente válidos pero que quedan fuera de estas consideraciones.

Este enfoque hace necesario hacerse una pregunta inicial: ¿el avance científico y el progreso tecnológico incrementan la productividad, la competitividad y la renta de las naciones? En caso de que la respuesta fuese negativa, quedaría obviado cualquier planteamiento sobre la política pública respecto de ciencia y tecnología.

En términos generales podemos afirmar que la relación positiva existe. Tanto los estudios clásicos del desarrollo económico como los basados en modelos de crecimiento dan argumentos y datos empíricos que atestiguan que aquella relación positiva existe. Igualmente puede decirse, en un plano más microeconómico, que hay una asociación positiva entre la innovación y la productividad. Sin embargo, cuando se trata

de estimar la intensidad de aquella relación, las cosas están menos claras, aunque no se pone en duda cierto impacto positivo (Hall, Mairesse y Mohnen, 2010)¹.

Los argumentos que se desarrollan a partir de esta primera constatación parten de la visión más tradicional o neoclásica, se sigue con la perspectiva estructural/evolucionista que nos conduce al concepto de «Estado Emprendedor» y se completa con una reflexión sobre el mantenimiento del acervo común de la ciencia (Scientific Commons).

Visión neoclásica/tradicional

El punto de partida es lo que ha sido un debate tradicional acerca de si el progreso tecnológico es producto del Empujón de la Ciencia (EC) o del Tirón de la Demanda (TD). Si nos situamos en el contexto de que lo fundamental es el TD, la discusión sobre políticas, desde una perspectiva neoclásica, se termina pronto por cuanto si el mercado funciona, lo mejor es no intervenir para que su maquinaria produzca los beneficios consabidos de asignación de recursos y recompensas a las inversiones.

¹ Para una disertación más amplia puede consultarse: *The scientific century: securing our future prosperity*. https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/publications/2010/4294970126.

Aceptar el EC nos sitúa en otra perspectiva que ha venido en denominarse como el «modelo lineal» de políticas. El razonamiento es sencillo: debe fomentarse la creación de conocimiento científico y de ello se desprenderá espontáneamente un flujo de ciencia aplicada, desarrollo y tecnología. Cuando se observa que esto no ocurre en muchas ocasiones, entonces el argumento gira hacia la idea de que se produce una «paradoja», porque teniendo ciencia no tenemos tecnología aplicable. La respuesta también aparece rápidamente: la política debe «remover los obstáculos» que impiden el fluir natural de las cosas, haciendo énfasis en la «trasferencia» de los conocimientos y la tecnología como el gran remedio. También se acude a recetas encaminadas a hacer más aplicada la investigación (otros dicen que más útil).

El problema con estos argumentos es que son parciales. Así, cuando aquellos diagnósticos se aplican a la situación general de la Unión Europea (Comisión Europea, 1995) se hace sobre un primer razonamiento erróneo; los problemas para la competencia tecnológica de Europa no radican solo en el hecho simple de su poca aplicación, sino también en la menor participación de Europa en campos científicos de relieve, particularmente en los dominios de carácter interdisciplinar (Dosi, Llerena, Sylos Labini, 2006).

La otra forma de justificar la política se gestó en torno a un concepto ortodoxo: *el mercado no sirve para asignar eficientemente los recursos a las tareas de investigación*. Fue principalmente Arrow (1962) quien ofreció los argumentos básicos: la existencia de economías externas, incertidumbre y el carácter de bien público de la investigación y la tecnología, hacen que el mercado no emita señales claras para que los inversores privados pongan los recursos que serían socialmente necesarios. Por tanto, para evitar que se produzca esa desinversión es preciso que exista una intervención pública que lo compense.

Sin embargo, la discusión no termina aquí porque el apoyo a la política pública no puede hacerse ob-

viando que puede no alcanzar sus objetivos por un diseño ineficiente o por su mala aplicación. Existen «fallos de lo público» que deben sopesarse junto con los «fallos del mercado». La teoría es robusta, pero no indica cuándo y cómo debe aplicarse; aquí estamos en un terreno que exige soluciones prácticas coherentes.

La salida viene de la mano de la posibilidad de evaluar las políticas aplicadas para ver si consiguen los objetivos deseados. Más allá del carácter *ex post* de estas evaluaciones que introducen una senda diríamos de «prueba y error» en el debate de las políticas, hay que hacer una seria advertencia sobre el abuso del concepto de *evaluación*, en muchas ocasiones empleado bien como mera reafirmación de lo que se postula o como mero seguimiento de lo que ocurre, sin medir los impactos reales sobre un sistema en el que se supone deben incidir las políticas. En este sentido es importante subrayar que aportaciones recientes conceden una gran importancia al impacto que la actividad de I+D provoca incluso en el corto plazo (Weinberg *et al.*, 2014).

Visión estructural/evolucionista

Los argumentos derivados de los fallos del mercado son aceptados generalmente, pero desde otros enfoques se consideran insuficientes para justificar y diseñar una moderna política de fomento de la ciencia y la tecnología. En lo fundamental se trata de conocer mejor el proceso de innovación entre las empresas y el sistema en el que actúan, para desde ello justificar políticas más finas, encaminadas a solucionar diferentes obstáculos de la innovación o incentivando los elementos más positivos, «acompañando al innovador» en diferentes maneras.

Siguiendo algunas de las aportaciones de este enfoque se pueden extraer consideraciones más detalladas sobre el cómo puede o debe apoyarse el proceso de innovación tecnológica de las empresas.

La tecnología no es considerada como mera información sino como *conocimiento*, lo que significa que este ni está libremente disponible ni es gratuito, sino que debe aprenderse con esfuerzo y costes. Particularmente importante es el caso del *conocimiento tácito* que está incorporado en personas y organizaciones, y que no se puede adquirir en el mercado sino que se capta colaborando y practicando de manera conjunta.

Algunas características del progreso tecnológico

En particular se debe tener en cuenta que la tecnología no es considerada como mera información sino como *conocimiento*, lo que significa que este ni está libremente disponible ni es gratuito, sino que debe aprenderse con esfuerzo y costes. Particularmente importante es el caso del *conocimiento tácito* que está incorporado en personas y organizaciones, y que no se puede adquirir en el mercado sino que se capta colaborando y practicando de manera conjunta.

Otro aspecto es el *carácter acumulativo* que tiene el conocimiento y que significa que existe una «dependencia de la senda» por la que las trayectorias de los innovadores son diferentes entre cada uno de ellos.

Distintas formas de innovar

La existencia de una amplia variedad en la forma de innovar se constata al considerar las diferentes fuentes de las que provienen los conocimientos que posibilitan la innovación tecnológica; esta variedad de situa-

ciones debe responderse con políticas diferenciadas.

Un paso fundamental para poner en práctica esas políticas diferenciadas es el establecer tipologías de casos que ordenen la gran heterogeneidad de situaciones; la *taxonomía clásica de Pavitt* (1984) diferencia cuatro tipos básicos: innovaciones dominadas por el oferente, las que se producen dentro de un proceso con fuertes economías de escala, las dominadas por la ciencia y las caracterizadas por proveedores especializados. Se trata de un avance considerable para profundizar en la necesidad de hacer políticas distintas para casos distintos.

El ciclo de las tecnologías

Desde los trabajos de Utterback (2001), los análisis de la innovación y el progreso tecnológico deben tener en cuenta que en cada fase diferente del ciclo, las necesidades de las empresas para tomar decisiones son distintas. No se debe confundir, por ejemplo, el apoyo a los innovadores en un momento de fuerte efervescencia tecnológica donde compiten muchos modelos y propuestas de nuevos bienes o servicios, con el apoyo que debe proporcionarse en un contexto de innovación incremental sobre productos o procesos relativamente conocidos.

Las políticas de demanda

La mayor parte de los planteamientos de las políticas se encaminan a potenciar el desarrollo o incorporación de nuevas tecnologías. El análisis de cómo se produce el proceso de selección de tecnologías refuerza la necesidad de considerar también políticas que actúan sobre la demanda. De hecho las encuestas de innovación señalan, entre los obstáculos para que las empresas innoven, la no existencia de demanda efectiva de innovaciones.

Esto abre todo un abanico de actuaciones públi-

cas posibles que van desde la compra pública innovadora hasta el desarrollo de planes de futuro sobre nuevas tecnologías que eventualmente podrían ser desarrolladas.

Políticas dentro de un concepto de «Estado Emprendedor»

La racionalidad de las políticas de fomento del progreso tecnológico se abre a un nuevo cauce a partir de lo que algunos autores (Mazzucato; Pianta; Dosi), denominan el «Estado Emprendedor». La idea consiste en plantear que la visión de los fallos de mercado, aunque valiosa, es estática y con una visión restringida de lo que es la innovación tecnológica:

1. No permite al Estado determinar la dirección del cambio.
2. Tampoco le permite elaborar indicadores a través de los cuales evaluar su impacto transformador.
3. No hace posible poner en marcha organizaciones en el sector público que quieran y puedan, acepten y no teman el fracaso.
4. No permite que el Estado obtenga recompensas de los éxitos que permitan financiar los muchos inevitables fracasos que son parte del proceso de innovación.

(Mazzucato, 2014, p. 3)

El planteamiento es más amplio y reclama un nuevo rol del Estado que responda mejor a los retos sociales (cambio climático, desempleo juvenil, etc.) que han creado una nueva agenda para la política de innovación y crecimiento. Se trata de *«pensar a lo grande acerca de tecnologías y políticas socioeconómicas que puedan cumplir con visiones ambiciosas de hacer el crecimiento más inteligente, inclusivo y sostenible»* () *«un Estado es emprendedor cuando es capaz de, y quiere, invertir en áreas de extrema incertidumbre, visionando con determinación la dirección del cambio*

entre las distintas agencias públicas y departamentos». En otras palabras, es el papel de dirigir el cambio lo que da una nueva justificación a la intervención pública.

En resumen, *«la nueva concepción exige un claro énfasis no sobre los fallos del mercado o en minimizar los fallos de los gobiernos, sino en tratar de maximizar el impacto transformador de las políticas que puedan dar forma y crear nuevos mercados»* (Ibidem, página 6).

Conviene aclarar, para finalizar, que la intervención del Estado no tiene una sola manera de concretarse, por el contrario, al menos pueden distinguirse tres modos diferentes de actuar:

1. Intervención directa, mediante la creación de entidades o empresas.
2. Intervención indirecta, con la fijación de estímulos e incentivos para que la iniciativa privada invierta en un tipo de actividades fijadas como prioritarias.
3. Intervención a través de la regulación, estableciendo reglas del juego que organicen las posibilidades de los distintos actores.

Complemento importante: preservar el acervo común de la ciencia

Una última consideración conceptual se refiere a la necesidad de una actuación pública a favor de mantener el acervo común de la ciencia (Scientific Commons).

A lo largo de los últimos tiempos y particularmente en el período que transcurre desde el final de la II Guerra Mundial hasta el siglo XXI, la perspectiva clásica de la comunidad científica gobernada por valores propios y abierta a poner sus resultados al alcance de todo el mundo ha rendido notables frutos para el propio avance de la ciencia y también, muy importante, para el avance de la tecnología (Nelson, 2004). Baste con recordar el fortísimo contenido de nuevos conoci-

mientos científicos que están detrás de casos de éxitos tecnológicos como internet o los teléfonos inteligentes, por no mencionar los rapidísimos avances en biotecnología (Mazzucato, 2014; Nelson, 2004).

Sin embargo de un tiempo a esta parte se vienen produciendo procesos de privatización creciente de los avances científicos. Por poner solo un ejemplo notable, baste con citar la tendencia acelerada a que las universidades y centros públicos de investigación patenten sus descubrimientos, evitando así su uso genérico por parte de la comunidad científica y tecnológica. Es cierto que la situación en lo que se refiere a la relación entre ciencia y tecnología ha cambiado de manera significativa en el período más reciente, asistiendo al hecho de que la mayor parte de las innovaciones más relevantes tienen una importante influencia científica. No obstante, sigue siendo una pregunta básica la de cuestionarse si descubrimientos en gran medida financiados con fondos públicos pueden ser privados de una utilización pública y

abierta cuando, además, en las décadas anteriores dicho uso fue parte primordial del avance científico y tecnológico.

Por tanto, otro argumento a favor de una intervención pública en ciencia y tecnología se deriva de la necesidad de preservar de alguna manera el carácter público de los resultados científicos, si bien adaptándose a la nueva realidad marcada por una cada vez más difusa delimitación entre lo que se puede considerar investigación básica o aplicada. Hay varios temas a tener en cuenta en este debate como son la incertidumbre de los resultados de la investigación que aconseja una financiación pública, y la posible recuperación de retornos por parte del Estado de aquello que financia y tiene éxito, si sus frutos son explotados privadamente, pasando por la conveniencia de imponer condiciones especiales de acceso a las patentes registradas de resultados de la investigación financiada con fondos públicos (Nelson, 2004).

Contexto económico y político del sistema de I+D+i

¿Cuál ha sido el efecto de la crisis en el sistema público de I+D+i?

JOSÉ DE NO

La financiación de I+D en los Presupuestos Generales del Estado (PGE) entre 1995 y 2016

Al intentar reflexionar sobre la situación de la financiación de la I+D tras la crisis económica por la que ha pasado España desde 2008, e intentar sacar lecciones de las que aprender y poder hacer propuestas sensatas, lo primero que piensa uno es poner los datos de ese período. Sin embargo, a mi juicio volveríamos a quedarnos con una visión corta, sin perspectiva y sin historia, como suele ser habitual. Por eso el punto de partida debe ser otro. Es preciso disponer de datos de un período mucho más amplio para poderlos relacionar con la evolución económica y política de esas fechas y con las decisiones y acontecimientos que se producen entonces. No se pueden valorar los temas de ciencia sin tener una perspectiva temporal muy amplia. En cualquier análisis, para comprender bien la situación y no sacar conclusiones equivocadas, es preciso contextualizar correctamente la información que se maneja.

Por otro lado no vale tampoco poner unas pocas cifras, los datos globales, porque aunque puedan ser representativos, con los matices que se observan cuando se entra en los detalles el juicio puede cambiar.

Aunque lo mejor sería disponer de los datos sistematizados (comparables) desde 1975 o 1980, inicialmente se están extrayendo, con notable esfuerzo, los datos desde 1995, que están en fase de análisis. Sin

embargo, se dispone ya de los datos desde 2002 hasta 2015, analizados para los Informes COSCE. Como punto de partida se presentan las gráficas, elaboradas a partir de esos datos, que se consideran significativas para reflexionar sobre la relación entre crisis económica y financiación pública de la I+D.

La primera gráfica incluye el importe global de la financiación de la I+D+i en los Presupuestos Generales del Estado pero, como puede dar una visión claramente incompleta, se ha añadido la evolución en ese marco temporal de las dos partes de que se compone: los fondos *no financieros* y los *financieros* (fig. 1). Es claro que los recursos para I+D+i crecen en la época que se consideraba de bonanza, con un máximo en 2009 para después descender suavemente hasta 2011 y sufrir un recorte brutal en 2012, un mínimo en 2013 y luego una mínima recuperación. Relacionándolo con la crisis económica, a pesar de lo que se dijo entonces sobre la existencia o no de una crisis, parece que empieza a repercutir sobre la financiación de la I+D ya en 2010.

Cuando analizamos la evolución de los dos componentes y su contribución al total, empiezan a verse algunas particularidades, que se agudizan cuando se entra en detalles. En primer lugar la extraordinaria subida de la financiación global entre 2005 y 2008 se debe a la subida acumulada de los dos componentes: no financiero y financiero. Pero luego ya en 2009 los fondos no financieros comienzan a disminuir y lo ha-

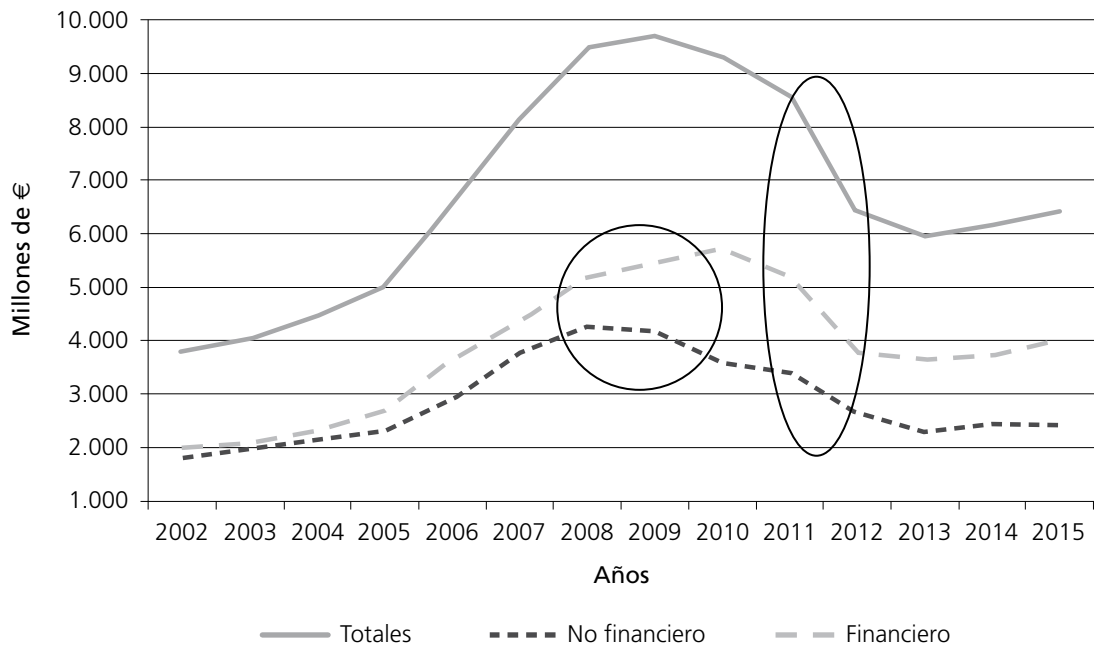


FIGURA 1. Evolución histórica de la I+D+i en los PGE

cen de forma importante en 2010. El descenso en 2009 se compensa con un aumento en fondos financieros y el de 2010 se atenúa con una nueva subida de estos (enmarcado con un círculo). Y ya en 2011 el descenso se produce en ambos (enmarcado con una elipse). Evidentemente el recorte de 2012 afecta también a los dos componentes aunque mucho más a los fondos financieros y vuelven a utilizarse estos para atenuar la nueva reducción o mínimo aumento que se da en los no financieros.

El impacto de la crisis es mucho mayor si complementamos la información anterior con los datos de la ejecución presupuestaria y que se representan en una nueva gráfica (fig. 2): Fondos *empleados* frente a *disponibles* (presupuestados). Es evidente que a pesar del crecimiento, importante, de los presupuestos en 2008 y 2009, el gasto primero crece mínimamente y luego se estanca. Es quizá el mejor testigo de la presencia de la crisis antes de que se reconociera. Y la constatación de esta crisis es el brusco descenso de la ejecución de los presupuestos entre 2010 y 2012, que

se acumula de forma no visible al descenso de los presupuestos, con un máximo de presupuestos sin ejecutar en 2011, en que llega a ser de más de 3.000 M€, para producir un efecto que podríamos calificar de devastador sobre la I+D+i tanto pública como empresarial. En los momentos de crisis no solo hace falta mantener la inversión en I+D pública sino evitar la reducción de la inversión de las empresas en I+D, aumentando las subvenciones y reduciendo los créditos.

En la tercera de las gráficas se aprecia cómo la *No Ejecución presupuestaria* ha afectado especialmente a los créditos o fondos financieros. Ya desde 2007 los fondos financieros usados se estabilizan en algo menos de 4.000 M€ hasta 2009 para caer desde entonces y volver a estabilizarse en unos 1.500 M€ desde 2012, inferior a los 2.000 M€ de 2003 (fig. 3).

Si esta reducción de la inversión/financiación de la I+D+i ha sido realmente demoledora, se agrava con la cronificación de la situación de mínimos recursos durante la última legislatura y el daño causado al sistema de I+D+i y a la credibilidad del sistema será difícilmen-

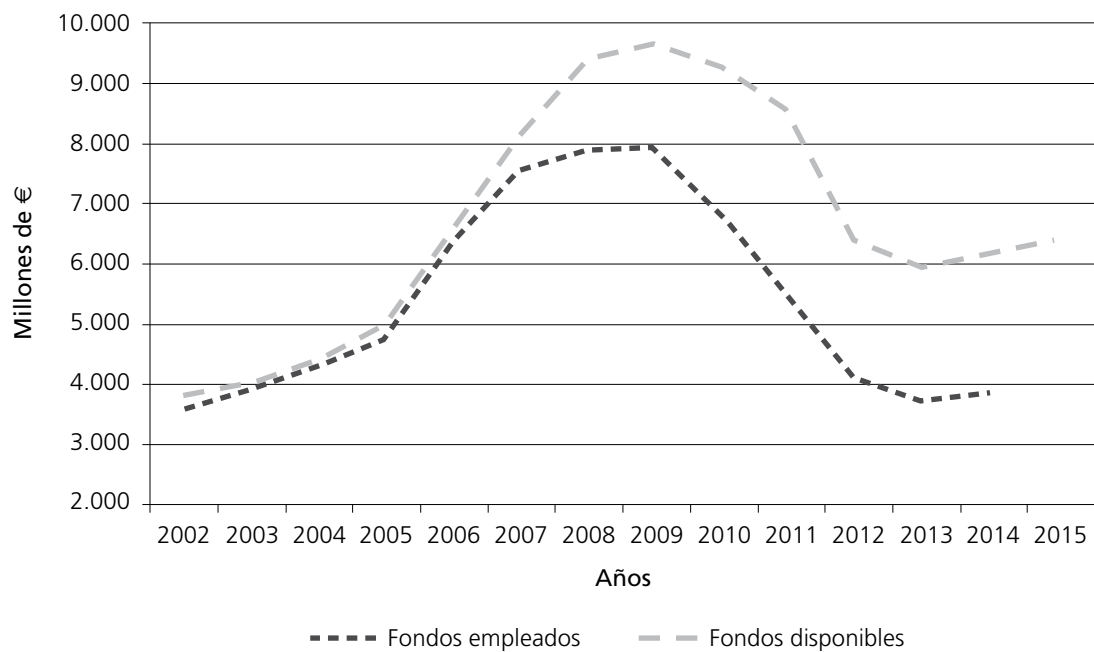


FIGURA 2. Fondos empleados frente a disponibles (M€)

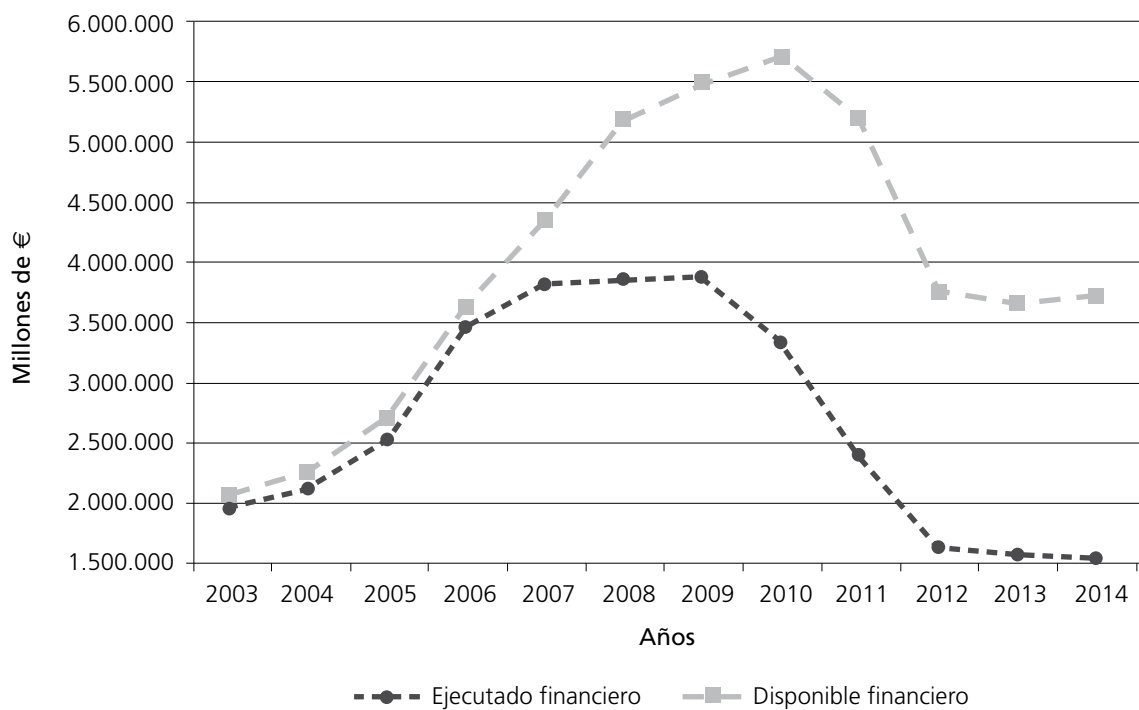


FIGURA 3. Ejecución de fondos financieros

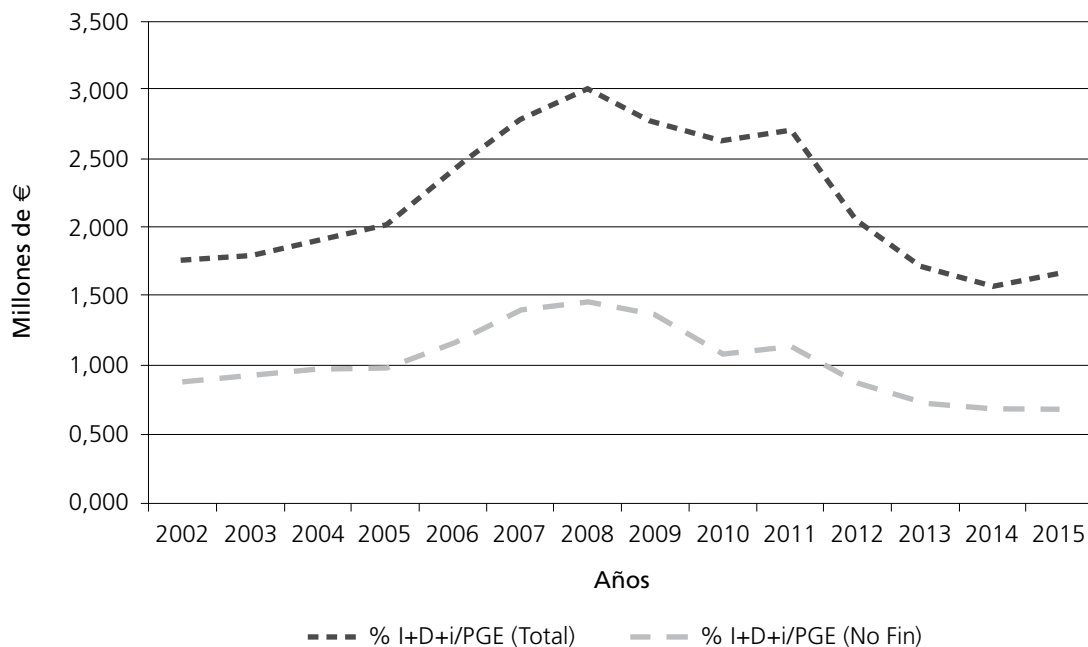


FIGURA 4. Porcentaje I+D+i vs PGE

te recuperable y no se logrará sin muchas mayores inversiones, difíciles de alcanzar, y al cabo de mucho más tiempo, cosa también poco probable.

El efecto de la crisis sobre la financiación pública de la I+D+i puede completarse con una última gráfica (fig. 4) en la que se presenta el porcentaje que los recursos destinados a I+D+i representan frente al total de los PGE. No hablamos ya del importe total destinado a la investigación sino el peso que en época de crisis se le concede dentro del total del gasto. Se puede ver que desde 2008, en que se alcanza el máximo, el porcentaje que los recursos dedicados a I+D+i representan del total de los presupuestos no ha hecho más que disminuir, especialmente desde 2012, hasta el punto de representar en este momento menos que en 2002.

El último punto que queda por valorar es el alcance real del recorte que se produce en 2012, independientemente de lo que supone la mínima dotación

durante un período tan largo. El efecto es mucho menor de lo que aparenta y el perjuicio grave es el descenso que comienza antes y se acentúa y prolonga después. Los presupuestos de 2012 se hacen cuando ya se conoce la *No Ejecución* de 2011. Esta es de 3.016 M€, de los cuales 2.801 es en recursos financieros y 214 en no financieros. Y el recorte es de 2.196 M€, 1.439 en financieros y 757 en no financieros. Pero de los no financieros, 125 M€ al menos se eliminan en subvenciones nominativas, como se indica en el Informe COSCE de 2012.

En resumen, la crisis no solo ha llevado a una menor dedicación de recursos a I+D+i sino a que esta pierda peso entre las inversiones del Estado y su prioridad haya disminuido de forma significativa a pesar del valor estratégico que tiene en el mundo actual y la situación de degradación a la que ha llegado su financiación en España.

Retos del sistema público de I+D+i

¿Cuáles son las principales fortalezas y debilidades del sistema público de I+D+i?

ANA FERNÁNDEZ ZUBIETA

Introducción

Esta línea de debate revisa los retos del sistema público de I+D+i. Para ello, la siguiente sección se centra en el análisis de las principales fortalezas y debilidades del sistema de I+D+i, que se valoran en función de los resultados del sistema nacional con respecto a la media europea en un total de 25 indicadores recogidos en el Innovation Union Scoreboard (EC, 2015). Estos datos indican que las fortalezas del sistema se hallan fundamentalmente en su base científica, con un nivel de copublicaciones internacionales por millón de habitantes que se sitúa un 81,7% por encima de la media europea.

Una vez estudiadas las fortalezas y debilidades del sistema español de I+D+i, se abordan los retos del mismo. El análisis de los retos del sistema de I+D+i considera las evaluaciones internacionales previas del mismo (p. ej. OECD, 2006; ERAC, 2014) y las actuaciones en política científica de los años posteriores a la crisis financiera. En el análisis sobre las actuaciones recientes en política científica se valora especialmente si la actuación política ha estado encaminada a reforzar las fortalezas del sistema o si, por el contrario, ha redundado en una posible mayor incidencia de los efectos negativos de la crisis en el sistema español de I+D+i. Los drásticos descensos en financiación pública, una implementación errática de los programas de

actuación política en materia de I+D+i y la falta de reacción ante la crisis con posibles implementaciones de medidas específicas, indican que la actuación política podría haberse mejorado sustancialmente. A este respecto, se indica que las actuaciones políticas podrían haberse apoyado precisamente en el I+D+i para solventar la crisis y/o atendiendo a las fortalezas del sistema de I+D+i para mejorar sus debilidades.

La última sección revisa el papel de los sistemas de seguimiento político y la evaluación en el sistema de I+D+i y su funcionamiento como mecanismos de mejora del mismo. En esta parte se refleja la existencia de una cultura de la evaluación dominada por sus funciones de control en detrimento de las funciones de aprendizaje y distribución de la evaluación (Molas-Galart, 2012). Por lo que cualquier actuación en materia de mejora de los sistemas de evaluación necesitaría partir de un cambio del propio concepto de evaluación en el que se fortaleciesen las funciones de aprendizaje y distribución para que esta fuese realmente efectiva.

Fortalezas y debilidades del sistema de I+D+i

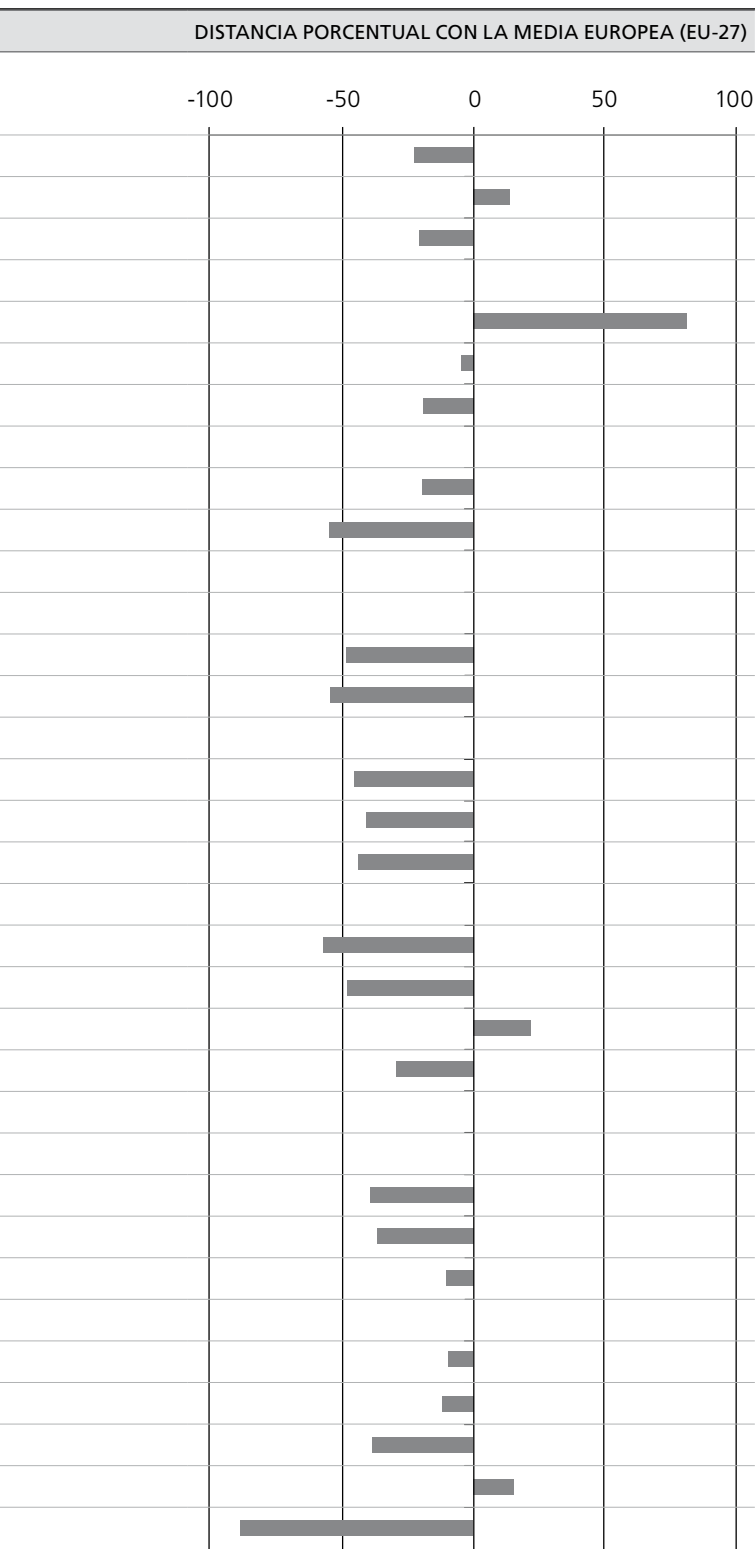
La valoración de las fortalezas y debilidades del sistema de I+D+i se basan en la comparativa de los indica-

TABLA 1. Indicadores del sistema de I+D+i: España frente a la media europea (EU-27)

	ES	DIST %	EU-27
ENABLERS			
Human resources			
1.1.1 New doctorate graduates	1.4	-22.2	1.8
1.1.2 Population completed tertiary education	42.3	14.6	36.9
1.1.3 Youth with upper secondary level education	63.8	-21.2	81.0
Open, excellent and attractive research systems			
1.2.1 International scientific co-publications	660.1	81.7	363.3
1.2.2 Scientific publications among top 10% most cited	10.4	-5.1	11.0
1.2.3 Non-EU doctorate students	20.4	-19.8	25.5
Finance and support			
1.3.1 Public R&D expenditure	0.58	-19.4	0.72
1.3.2 Venture capital	0.028	-55.0	0.062
FIRM ACTIVITIES			
Firm Investments			
2.1.1 Business R&D expenditure	0.66	-48.8	1.29
2.1.2 Non-R&D innovation expenditure	0.31	-55.0	0.69
Linkages & entrepreneurship			
2.2.1 SMEs innovating in-house	15.5	-45.9	28.7
2.2.2 Innovative SMEs collaborating with others	6.0	-41.4	10.3
2.2.3 Public-private co-publications	28.1	-44.2	50.3
Intellectual Assets			
2.3.1 PCT patent applications	1.57	-58.6	3.78
2.3.2 PCT patent applications in societal challenges	0.50	-48.7	0.98
2.3.3 Community trademarks	7.16	22.8	5.83
2.3.4 Community designs	0.79	-30.2	1.13
OUTPUTS			
Innovators			
3.1.1 SMEs introducing product or process innovations	18.4	-39.8	30.6
3.1.2 SMEs introducing marketing/organisational innovations	22.6	-37.7	36.2
3.1.3 Fast-growing firms in innovative industries	15.9	-11.2	17.9
Economic effects			
3.2.1 Employment in knowledge-intensive activities	12.5	-9.4	13.8
3.2.2 Contribution of MHT product exports to trade balance	46.05	-13.1	53.00
3.2.3 Knowledge-intensive services exports	30.0	-39.3	49.5
3.2.4 Sales of new to market and new to firm innovations	14.3	15.6	12.4
3.2.5 License and patent revenues from abroad	0.07	-89.3	0.65

Fuente: Innovation Union Scoreboard (EC, 2105). Elaboración propia.

(En negrita, valores en los que España muestra valores por encima de la media europea. En cursiva distancias porcentuales superiores al 50%.)



dores en I+D+i nacionales con respecto a la media europea (EU-27) recogidos en el Innovation Union Scoreboard 2015 (Véase tabla 1). Los veinticinco indicadores considerados incluyen tanto indicadores de entrada o facilitadores (*enablers*) de actividades de empresas (*firm activities*) como de salida (*outputs*). Los «indicadores de entrada» engloban los correspondientes a recursos humanos (*human resources*), a la excelencia del sistema de investigación (*open, excellent and attractive research systems*) y a la financiación (*finance and support*). Los indicadores sobre la «actividad de las empresas» contienen indicadores sobre inversión empresarial (*firm investments*), relaciones y emprendimiento (*linkages & entrepreneurship*) y activos intangibles (*intellectual assets*). Los «indicadores de salida» incluyen indicadores de innovación (*innovators*) y efectos económicos (*economic effects*).

Todos ellos incluyen datos sobre el rendimiento del sector público y del sector privado de I+D+i ya que la valoración de los retos del sistema público de I+D+i se establece en torno a la capacidad de las políticas públicas para financiar y facilitar la actividad en ambos sectores.

De los veinticinco indicadores recogidos en el *Innovation Union Scoreboard*, España muestra un rendimiento por encima de la media europea en solo cuatro de los indicadores (marcados en negrita en la tabla 1). España es un «innovador moderador»² (EC, 2015) por su rendimiento innovador total. Los distintos indicadores en esta sección se utilizan fundamentalmente para valorar las fortalezas y debilidades más importantes del sistema español, sin entrar a considerar las causas y razones históricas de la posición relativa del país con respecto a los indicadores de innovación global.

Los valores por encima de la media europea indican que el sistema español de I+D+i presenta fortale-

² Junto con Croacia, la República Checa, Grecia, Hungría, Italia, Lituania, Malta, Polonia, Portugal y Eslovaquia.

zas en las distintas áreas consideradas – entrada, actividades de empresa y salida–. Las fortalezas se sitúan en las subáreas de los recursos humanos, excelencia del sistema de investigación, activos intangibles y efectos económicos.

En concreto, los valores por encima de la media se presentan en:

- La población con educación terciaria (indicador 1.1.2 *Population completed tertiary education*), con un porcentaje del 42,3 de la población de 30-34 años que ha completado estudios terciarios frente a un 36,9 por ciento europeo.
- Las copublicaciones internacionales (indicador 1.2.1 *International scientific co-publications*), con un total de 660,1 copublicaciones internacionales por millón de población frente al total europeo de 363,3.
- Los registros de marcas comunitarias (indicador 2.3.3 *Community trademarks*), con un valor de 7,16 por billón del Producto Interior Bruto (PIB) frente al 5,83 europeo.
- Las ventas de nuevas innovaciones de mercado y de empresas (indicador 3.2.4 *Sales of new to market and new to firm innovations*), con un porcentaje de facturación de estas ventas del 14,3% frente al 12,4% europeo.

Considerando la distancia porcentual con respecto a la media (gráfico de la tabla 1), las mayores fortalezas del sistema español se sitúan en las copublicaciones internacionales que presentan un valor de un 81,7% por encima de la media europea.

Las mayores debilidades del sistema español de I+D+i, con porcentajes alejados de la media europea en más de un 50% (en cursiva en la tabla), se sitúan en:

- Los beneficios extranjeros por licencias y patentes (indicador 3.2.5 *Licence and patent revenues from abroad*), con unos valores que se sitúan un 89,3% por debajo de la media europea.
- Las aplicaciones de patentes (-58,6%) (indicador 2.3.1 *PCT patent applications*).

- Los gastos en innovación (-55%) (indicador 2.1.2 *Non-R&D innovation expenditure*).
- El capital de riesgo (-55%) (indicador 1.3.2 *Venture capital*).

Si se tienen en cuenta los indicadores positivos y los menos alejados de la media europea, las fortalezas del sistema español de I+D+i se sitúan en su base científica («facilitadores»), en especial, en sus recursos humanos y en la excelencia de la investigación. Todos los valores que muestran los distintos indicadores como facilitadores del I+D+i, a excepción de los de capital riesgo, son positivos o se encuentran en torno al 25% de la media europea.

Retos del sistema de I+D+i

El impacto de la crisis financiera en el sistema español de I+D+i ha revelado importantes lecciones sobre los retos a los que se enfrenta. A los retos más tradicionales del sistema español de I+D+i (OECD, 2006)³ se ha sumado la fragilidad e inestabilidad de su sistema de gobernanza y un limitado y poco atractivo mercado para los investigadores.

Fragilidad e inestabilidad del sistema de gobernanza

Los importantes recortes en el sistema público de I+D+i indican que el gobierno, en contra de su discurso formal en apoyo a la ciencia, no ha considerado las partidas destinadas a I+D+i como un mecanismo para superar la crisis financiera sino como un gasto. Entre 2009 y 2013 los créditos presupuestarios públicos en I+D (GBAORD) disminuyeron un 39% para alcanzar una cifra total de 5.310 millones de euros y devolver

³ Sección basada en Fernández-Zubieta (2014a, 2014b y 2015)

los niveles de financiación a niveles similares a los de 2005-2006 (Eurostat, 2015). Las partidas presupuestarias para I+D+i (PGE46) en los años 2014-2016 indican que la tendencia descendente se ha detenido (ICONO-MINHAP, 2015; No y Molero, 2015). Sin embargo, los niveles de financiación pública sobre el total del presupuesto han descendido de un 2,7% en 2008 a un 1,47% en 2016 para retroceder hasta niveles del 2000-2001, de 1,4% y 1,49% respectivamente (ICONO-MINHAP, 2015).

Además de estas drásticas reducciones presupuestarias en I+D+i y otros factores asociados a las reducciones del déficit público, como la aplicación de la tasa de reposición del 10% y el retraso en la creación de la Agencia Estatal de Investigación contemplada en la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (Ley 14/2011), la implementación de las políticas públicas de I+D+i podría considerarse como errática. Durante los últimos años, varias convocatorias del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 han sufrido importantes retrasos (p. ej. convocatoria de Retos de Investigación o las Ayudas para contratos Ramón y Cajal) o han sido canceladas (p. ej. JAE-Doc) (Fernández-Zubieta, 2014a). Otros aspectos, como los descensos en los porcentajes de ejecución de los presupuestos en I+D+i (PGE46), que han pasado de un 91,3% en 2007 a un 54,5% en 2013 (FECYT, 2015), y la crisis presupuestaria sufrida por el CSIC en el 2013 (Fernández-Zubieta, 2014a) indican que la implementación política podría haberse mejorado.

Limitado y poco atractivo mercado para los investigadores

Debido a las reducciones presupuestarias y a la falta de implementación de medidas ambiciosas o de medidas temporales, como podría haber sido el incremento del número de contratos Ramón y Cajal, o mediante el lanzamiento suficiente de los nuevos tipos

de contratos previstos en la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (p. ej. Contrato de investigador distinguido), el segundo reto estructural del sistema nacional de I+D+i se sitúa en su limitado y poco atractivo mercado de investigadores que ha concentrado las consecuencias negativas de la crisis financiera en los jóvenes investigadores. El mercado de investigadores se caracteriza por una creciente temporalidad y desempleo que puede causar un problema de fuga de cerebros (Izquierdo *et al.*, 2015; Andujar *et al.*, 2015) debido a las limitadas oportunidades académicas de desarrollar una carrera investigadora en el país. Por ello, la gestión de los recursos humanos se ha convertido en el problema más perentorio del sistema español de I+D+i (ERAC, 2014).

Además de estos retos, el sistema español de I+D+i se enfrenta a otros más persistentes en su estructura industrial, en su base científica y en su sistema de gobernanza. Dichos retos, que fueron identificados hace años (OECD, 2006) y a pesar de los esfuerzos políticos realizados, permanecen. Así, los retos identificados por el informe ERAC (2014) son similares a los identificados en la nueva estrategia (2013-2020) y por la OECD (2006) (véase la tabla comparativa Fernández-Zubieta, 2015).

Una industria poco innovadora y una cultura innovadora baja

La estructura industrial española está caracterizada por un peso significativo de las pequeñas y medianas empresas y en sectores de baja intensidad tecnológica (OECD, 2006). Por ello no es sorprendente los bajos niveles de patentes (European Commission, 2015) y la baja cultura innovadora de sus empresas (COTEC, 2015).

El sistema español ha incrementado positivamente su capacidad de investigación (véanse datos sobre publicaciones internacionales y educación terciaria en la tabla 1), sin embargo, además del reto ya mencio-

nado sobre el limitado y poco atractivo mercado para investigadores, el sistema se ve también limitado por su fragmentación y falta de flexibilidad con una baja movilidad entre instituciones, países y sectores (OECD, 2006; ERAC, 2014) que actúan como barrera para aumentar la eficiencia. Esta fragmentación, falta de flexibilidad y movilidad crea ineficiencia y afecta negativamente a la creación de una masa crítica que permita aumentar los niveles de producción y reducir la distancia entre la investigación y las necesidades socioeconómicas del país.

La fragmentación del sistema fue causada principalmente por el rápido crecimiento de las universidades sin tener en cuenta la demanda futura (Hernández y Pérez, 2010) así como por la dispersión de la financiación (OECD, 2006). La falta de movilidad y los altos niveles de endogamia (MEDU, 2015) dificultan el acceso de investigadores extranjeros, el retorno de los que están en el extranjero y la cooperación público-privada.

Coordinación de políticas nacionales y regionales y limitado uso de la gestión estratégica política y de la evaluación

La falta de coordinación entre los niveles regionales y ministeriales en políticas de I+D+i y la falta de sinergias entre su diseño y la implementación han sido considerados sistemáticamente como uno de los principales retos del sistema (OECD, 2006; ERAC, 2014).

Por lo tanto, para mejorar el funcionamiento del sistema español de I+D+i, los principales retos podrían ser abordados:

1. Garantizando una estabilidad presupuestaria y un marco político estable en I+D+i.
2. Mejorando el mercado para los investigadores jóvenes, con contratos temporales, mediante medidas a corto y largo plazo.
3. Incentivando las medidas en innovación de acuerdo a la estructura industrial del país.

4. Mejorando la coordinación nacional y regional.
5. Mejorando el uso de la gestión política inteligente y el uso efectivo de los mecanismos de evaluación.

Mecanismos del sistema de I+D+i para aumentar su eficiencia: la evaluación

Uno de los principales retos del sistema español de I+D+i radica en la necesidad de reforzar el diseño y, especialmente, la implementación política, lo que requiere mejorar el sistema de seguimiento y evaluación. El sistema de evaluación de las políticas de I+D+i español puede considerarse como moderadamente desarrollado (ERAC, 2014; Molas-Gallart, 2012). A pesar de las mejoras en el sistema, como la creciente disponibilidad de indicadores de I+D+i (p. ej. ICONO), la más reciente evaluación del sistema nacional de I+D+i (ERAC, 2014) indica que *falta un sistema efectivo de evaluación a nivel político, institucional, o sobre la calidad de la investigación desarrollada, y solo existe un sistema de seguimiento político parcialmente desarrollado* (p.4). Este informe considera la necesidad de reforzar el sistema de seguimiento y evaluación como uno de los grandes retos a los que se enfrenta el sistema para asegurar el impacto de las políticas diseñadas (ERAC, 2014: 73).

La necesidad de mejorar la cultura de evaluación es reconocida en la propia estrategia española, al señalar su intención de reforzar una cultura de seguimiento político, rendición de cuentas y evaluación del sistema. Sin embargo, tal y como indica Molas-Gallart (2012), la cultura de evaluación española está dominada por su función de control en detrimento de la función de aprendizaje y distribución. Así, pues, si dicha cultura de evaluación no mejora en sus funciones de aprendizaje y distribución, aumentar los sistemas de evaluación solo supondría un aumento de la carga administrativa de los proyectos en lugar de ayudar a su mejora.

Bibliografía

- Andujar Nagore, I, Cañibano, C., Fernández-Zubieta, A.: «International stays abroad, collaborations and the return of researchers». *Science, Technology and Society*, 2015; vol. 20, num 3, November, 1-27.
- Arrow, K.: *Economic welfare and allocation of resources for invention*. En R. Nelson (ed): *The rate and direction of inventive activities*. Princeton University Press, 1962.
- Comisión Europea: *Libro verde de la innovación*. Bruselas, 1995.
- COTEC: Informe Cotec 2015: Tecnología e Innovación en España. Cotec, 2015.
- Dosi, G. Llerena, P. y Sylos Labini, M.: «The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'». *Research Policy*, 2006; 35.
- European Commission: Innovation Union Scoreboard (IUSB) 2015. Bélgica, 2015.
- European Research and Innovation Area Committee – ERAC (2014).
- ERAC Peer Review of Spanish Research and Innovation System Final Report MINECO-ERAC.
- Fernández-Zubieta, A.: ERAWATCH country reports 2012: Spain. 2014a.
- Fernández-Zubieta, A.: ERAWATCH country reports 2013: Spain. 2014b.
- Fernández-Zubieta, A.: RIO Country report Spain 2014. European Commission. JRC, 2015.
- Hall, B., Mairesse, J., Mohnen, P.: «Measuring the returns to R&D». En Hall, B.H. y Rosenberg, N. (editores): *Handbook of Economic of Innovation*. North Holland, Amsterdam, 2010.
- Hernández Armenteros, J., Pérez García, J.A.: La Universidad Española en cifras 2013-2014. CRUE, 2015.
- Izquierdo, M., Jimeno, J. F., Lacuesta, A.: Spain: From immigration to emigration? *Documentos de Trabajo* N.º 1503. Banco de España, 2015.
- Laviña, J., Molero, J.: *Innovación, productividad y competitividad para una nueva economía*. Foro de Empresas Innovadoras, 2012.
- Mazzucato, M.: *The entrepreneurial State. Debunking the public vs private myth in risk and innovation*. Anthem, Londres, 2013.
- Mazzucato, M.: «Beyond Markets Failures. Shaping and creating markets». *SPRU Working Paper*. University of Sussex, October, 2014.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deportes (MEDU): Datos básicos del sistema universitario español. Curso 2013-2014. MEDU, 2015.
- Molas-Gallart, J.: «Research Governance and the Role of Evaluation: A Comparative Study». *American Journal of Evaluation*, 2012 0: 1-16.
- Molero, J.: *La innovación tecnológica en la economía española: la necesidad de un gran impulso*. Información Comercial Española, 833, Marzo-Abril, 2015.
- Nelson, R.R.: «The market economy and the scientific commons». *Research Policy*, 2004 33: 455-471.
- No, J., Molero, J.: *La Financiación de la Administración del Estado a la I+D+I. Reflexiones sobre su racionalidad, los presupuestos del estado y la actividad universitaria*. Estudios Fundación Conocimiento y Desarrollo, 07 2015.
- OECD: R&D and innovation in Spain: Improving the Policy Mix. París, 2016.
- Pavitt, K.: «Sectoral patterns of technological change. Towards a taxonomy and a theory». *Research Policy*, 1984, 13.
- Pianta, M.: What is to be produced? The case for Industrial Policy. En: *Which Industrial Policy Does Europe Need?* Intereconomics Forum, 2015.
- Steinmueller, W.E.: *Economics of technology policy*. En Hall, B.H., Rosenberg, N. (editores): *Handbook of Economic of Innovation*. North Holland, Amsterdam, 2010.
- Utterback, J.M.: *Dinámica de la innovación tecnológica*. Fundación COTEC, Madrid, 2001.
- Weinberg, B.A. et al.: «Science Funding and Short-Term Economic Activity». *Science*, 2014 344: 41-43.