

Resumen

En este artículo se discuten los mecanismos para medir el proceso innovador de los países, así como la importancia del sistema de innovación como elemento aglutinante de todos los agentes y condicionantes que intervienen en dicho proceso.

El sistema español de innovación es pequeño para la dimensión de nuestra economía y deficientemente estructurado, cuando se compara con los ejemplos mundiales más eficientes. Esta situación, sin duda muy mejorable, no debe empañar el gran esfuerzo que el país ha hecho en la última década para acercarse a los valores europeos. La cuestión ahora es saber si nuestro sistema de innovación es ya un motor de la competitividad. Las cuestiones que deben ser abordadas más urgentemente, porque necesitan mayor plazo para su solución, son las que afectan al sistema educativo, a la calidad de nuestras instituciones científicas y al contenido tecnológico de nuestro tejido productivo.

Palabras clave: políticas de innovación, políticas de investigación, innovación industrial, investigación aplicada.

Abstract

Mechanisms to measure the innovation process occurring in the countries as well as the importance of innovation system as an aggregating element for all the agents and determining factors involved in this process, are discussed in this paper.

The Spanish innovation system is small for the size of the economy of the country, and it is poorly structured when compared with the most efficient examples in the world. Although undoubtedly open to improvement, this situation should not detract from the great effort that the country has made over the last ten years to align with European values. The question now is to ascertain whether this system of innovation is a driving force of competitiveness. Topics such those affecting educational system, quality of our scientific institutions, and technological content of our productive fabric, need to be addressed earlier, because of their importance and they will take more time to be solved.

Key words: innovation policy, research policy, industrial innovation, applied research.

JEL classification: O31, O32, O38.

UN DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA INNOVACIÓN EN ESPAÑA

Juan MULET MELIÁ

Director General de COTEC

I. INTRODUCCIÓN

LA innovación puede definirse como todo cambio que genera valor. En el ámbito empresarial ese valor se mide, por supuesto, en términos económicos. Y la razón que tiene una empresa para innovar es generar más valor para así aumentar la competitividad de sus productos y servicios. Una competitividad que debe demostrarse en los mercados internacionales, ya que si no tiene éxito en esos mercados el inevitable proceso de globalización hará que difícilmente pueda mantenerse en su mercado local.

Existen diversos condicionantes que hacen que una sociedad en su conjunto sea más o menos competitiva, desde los llamados condicionantes básicos (eficiencia de las instituciones, calidad de las infraestructuras, estabilidad macroeconómica, etc.) hasta los calificados como impulsores (educación superior, eficiencia de los mercados de bienes, de trabajo y financieros...). Pero, para la empresa, competitividad equivale básicamente a productividad, porque es muy poca la influencia que como entidad individual puede tener en los condicionantes e impulsores citados. Puesto que la productividad de la empresa es simplemente el cociente entre el valor de lo obtenido y el de los recursos aplicados, la innovación constituye una clara fuente de competitividad, ya que gracias a ella se reducen los recursos aplicados, aumenta el valor de lo producido o ambas cosas a la vez (WEF, 2009).

Muy raramente, la innovación es fruto de una casualidad. Por regla general, es consecuencia de un proceso más o menos sistemático, guiado por conocimientos que la empresa posee y que le permiten tanto idear la futura innovación como materializarla. Por esto, es más exacto definir la innovación como todo cambio, basado en el conocimiento, que genera valor.

Schumpeter ya enumeró en 1911 los cambios que podrían dar lugar a innovaciones porque son capaces de crear valor. Éstos eran la introducción en el mercado de un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado; la puesta en práctica de un mejor proceso de producción de un bien o de provisión de un servicio; la apertura de un nuevo mercado; el acceso a nuevas fuentes de recursos humanos, materiales o inmateriales, y, también, nuevas formas de organizar el funcionamiento de la empresa. (Schumpeter, 1993)

Esta sencilla lista tiene una fácil lectura desde el punto de vista de los conocimientos que hacen posibles estos cambios. Los conocimientos derivados de las ciencias exactas y naturales soportarían las innovaciones tecnológicas, que tendrían su expresión en las mejoras de productos y en algunos aspectos de los servicios y de los procesos de producción o provisión. Y otros aspectos de las mejoras de los servicios y de los procesos de producción o provisión, o de las mejoras comerciales, dependerían más de conocimientos

propios de las ciencias socioeconómicas y humanas.

Una tecnología no es más que una técnica, una manera de hacer cosas útiles, que ha sido entendida, mejorada o creada gracias al conocimiento científico. Pero mientras que en el campo de las ciencias exactas y naturales hay una gran experiencia en la transformación del conocimiento científico en conocimiento tecnológico, es decir en tecnología, no ocurre lo mismo con las tecnologías que pueden provenir, y en muchos casos provienen, de las humanidades y de las ciencias socioeconómicas, ya que en este ámbito el concepto y la práctica de la investigación tecnológica, la que crea tecnología, no han sido tan asumidos como en el de las ciencias exactas y naturales. La necesidad, cada día mayor, de innovaciones comerciales y organizativas hará seguramente que, para todos los campos del conocimiento, exista su «tecnología» y su «investigación tecnológica».

El proceso de innovar es inseparable del concepto de empresa, porque su creación es en sí misma una innovación. Peter Drucker decía que nunca había conocido a ningún buen empresario que no fuera innovador (Drucker, 1993). Pero es evidente que la intensidad de la innovación es distinta según la empresa, llegando muchas veces incluso a parecer que está ausente de su quehacer. Esta innovación invisible, incluso para sus propios agentes, es la llamada «innovación oculta», no formalizada, y por tanto más difícil de detectar.

Los procesos de innovación que la empresa ha formalizado son los que han atraído la atención de los estudiosos de esta actividad empresarial. El *Manual de Oslo* de la OCDE de 2005 reúne el conocimien-

to convencional sobre este proceso, después de una serie de ediciones sucesivas, publicadas a medida que se fueron comprendiendo más y más las razones y las formas de innovar. La primera edición, que data de 1992, trataba sólo de la innovación tecnológica en el sentido clásico, es decir, la basada en las ciencias exactas y naturales, y sólo en los sectores manufactureros. La segunda edición, de 1997, ya incluía sectores de servicios, pero todavía se limitaba a la innovación clásica. Es ya en la última, de 2005, cuando se consideran, además de las innovaciones en todos los sectores, las basadas en otros tipos de conocimiento, y se definen las innovaciones «no tecnológicas», que se clasifican en organizativas y comerciales (OECD, 2005).

La formalización más completa por la empresa de su proceso innovador ocurre cuando implica a un departamento de I+D, que tendrá siempre el compromiso de emprender tareas de «desarrollo experimental», entendido como lo define la OCDE, es decir «trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes para la concepción y materialización de nuevos productos o procesos y de sus mejoras». Algunas veces, se implicará en actividades de investigación tecnológica, para crear tecnología que usará en su desarrollo experimental. Mucho más raramente, dedicará recursos a obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, que ayuden a su investigación tecnológica. Este departamento empresarial de I+D abordará así «investigaciones básicas orientadas». Hoy en día, han quedado atrás aquellos años en los que grandes empresas, monopolistas de hecho o de derecho, permitían a sus laboratorios dedicar recursos a la investigación no orientada, la emprendida con el simple interés de satisfacer la cu-

riosidad del hombre. Esta investigación básica no orientada, que tantos beneficios ha aportado a la sociedad, ha sido asumida en su práctica totalidad por los establecimientos públicos de investigación y desarrollo.

Pero es verdad que muchas empresas innovan, crean o mejoran productos, procesos o servicios sin recurrir a verdaderos departamentos de I+D. Una posibilidad es formalizar grupos que se dediquen a concebir estas innovaciones y a gestionar el proceso de innovación, que podría incluir desde la generación de nuevo conocimiento hasta la primera materialización de la idea. Pero otra, muy frecuente, y que en cierta medida contradice los principios que guiaron los primeros estudios sobre la innovación, es la que confía ésta, de manera más o menos informal, a los departamentos de operación de las empresas. Éstos, en su quehacer diario, mejoran, y en ocasiones crean, productos, procesos y servicios que se incorporan a la oferta de la empresa, especialmente en las del sector servicios, pero no sólo en ellas. Es lo que antes hemos denominado «innovación oculta», o «innovación implícita en la actividad empresarial», que es difícilmente detectada por las encuestas que pretenden, con la metodología del *Manual de Oslo*, medir la actividad innovadora de una economía.

Entender el proceso de la innovación implícita es una tarea que está por hacer. Sería preciso conocer, si se quiere activar e impulsar su eficiencia, muchas cuestiones. Entre ellas, cómo es el proceso de adquisición del conocimiento que la hace posible, cómo es el entorno que la hace más frecuente y más productiva, cómo son los propios procedimientos de definición y de materialización de estas innovaciones. Éstas y otras cuestiones

serían la base para responder a preguntas tan elementales sobre si es conveniente esta forma de innovar o, por el contrario, es preferible impulsar procesos más formales. Y, en caso de su conveniencia, cómo deberían diseñarse las unidades de operación para que surgieran más innovaciones o cómo sería la formación reglada y continua del personal que debería implicarse en estos procesos hoy ocultos.

II. ¿QUÉ SABEMOS REALMENTE SOBRE LA INNOVACIÓN QUE SE REALIZA EN UN PAÍS?

En casi todos los países de la OCDE, los datos sobre su actividad innovadora proceden de las encuestas que se realizan siguiendo las pautas de la edición más reciente del *Manual de Oslo*. Esto permite comparar con cierta tranquilidad los valores de los diferentes indicadores con los de otros países de la misma área, pero no asegura que se esté midiendo toda la actividad innovadora del país. Es más que probable que no aflore en estas estadísticas la innovación implícita en la actividad empresarial, porque, por su propia definición, la empresa no la tiene identificada, y difícilmente la podrá incluir en su respuesta a la encuesta.

Pero también hay otras dificultades que obligan a relativizar los resultados que proporcionan las autoridades estadísticas, que sin duda garantizan el proceso de toma de datos y las operaciones posteriores para reflejar lo que realmente se mide. Quizá la limitación más importante viene de la inevitable dependencia del encuestado, porque es él quien define y califica las innovaciones de las que informa. En las innovaciones indudablemente radicales habrá siempre coincidencia, mien-

tras que en las demás, en las incrementales, los criterios pueden ser muy diversos.

Por lo que se refiere a la evaluación de las actividades empresariales que conducen a la innovación, el *Manual de Oslo* procede a clasificarlas en tres grandes grupos. Uno se refiere a la generación y adquisición de conocimiento, otro a la preparación para la producción o provisión de nuevos o mejorados productos o servicios, y un tercero, a la reducción del riesgo comercial de la futura oferta.

La actividad de investigación y desarrollo corresponde al primer grupo y su valoración presenta pocas dificultades, porque son gastos bien definidos y, por regla general, bien contabilizados, tanto si se realizan internamente como si son subcontratados. Estas actividades, según los resultados obtenidos en todas las encuestas, son las de mayor coste, por lo que constituyen el *proxy* más frecuentemente utilizado en las estimaciones de actividad innovadora. La siguiente actividad en importancia económica en todas las encuestas es la adquisición de tecnología incorporada en los bienes de equipo y en los productos intermedios adquiridos. Y la razón de su importancia económica puede estar en su dificultad de medida. Es evidente que un bien de equipo debe valer más que el conjunto de sus componentes, porque es la tecnología que incorpora la que le convierte en lo que es, pero no está totalmente claro cómo debe valorarse este conocimiento. Con mucha frecuencia se opta por asignar el coste total del equipo o del producto intermedio a la actividad innovadora, sobrevalorándola. El último elemento de este primer grupo es la adquisición de tecnología en forma de patentes, licen-

cias o *know-how*, cuyo valor puede ser el de mercado.

En el segundo grupo, el de preparación para la producción, se incluye la ingeniería, el diseño, la formación y los costes de las preseries. Todos ellos fácilmente valorables. Y en el tercer grupo se encuentran actividades muy específicas de cada sector para asegurar lo más posible el éxito comercial. Como ejemplo, pueden citarse los muestrarios que habitualmente fabrican las industrias textiles y del calzado.

Si bien los países de la OCDE usan la metodología del *Manual de Oslo* para sus encuestas, no siguen pautas parecidas ni en su frecuencia ni en el número ni en el tipo de empresas consultadas. Nuestro Instituto Nacional de Estadística tiene una larga experiencia en estas encuestas, que son anuales desde 2002, y que nuestra legislación hace de respuesta obligatoria. En otros países se realizan cada cuatro años, y su cumplimentación es voluntaria. Por todas estas razones, y dado el fuerte componente subjetivo de algunas de las respuestas más relevantes, no es posible conseguir una verdadera comparabilidad internacional.

En el caso de España, desde 2003 existe además el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), construido a partir de los datos sobre empresas que recogen las encuestas sobre innovación y la *Estadística sobre actividades de I+D* del INE, según las recomendaciones del *Manual de Oslo* y del *Manual de Frascati* respectivamente. Este panel ofrece observaciones continuadas en el tiempo de un colectivo de más de 12.000 empresas de todos los sectores de actividad y de todos los tamaños, en función del número de asalariados. El panel cuenta con más de 460 va-

riables que recogen información general y económica básica de cada empresa, de sus actividades y gastos para la innovación, de los resultados de esas actividades y de los factores que las obstaculizan.

El PITEC se creó con el objetivo de ofrecer un instrumento estadístico que permitiera realizar análisis longitudinales de la evolución de las actividades de I+D y de innovación tecnológica aplicando técnicas de panel, pudiendo obtener así estimaciones muy precisas de los cambios temporales en esas actividades, y también mostrar la heterogeneidad en las decisiones adoptadas por las empresas o en sus consecuencias. En definitiva el PITEC contribuye a conocer mejor el comportamiento innovador de las empresas, y ofrece en este sentido información complementaria a la que publica anualmente el INE sobre la innovación que se realiza en el país (COTEC, 2005).

Los resultados de las encuestas nacionales se están explotando por diferentes caminos, pero es necesario advertir que las conclusiones que se obtienen deben ser siempre tomadas con gran precaución, no sólo por las dificultades de la medida ya comentadas, sino también por el uso que se hace de los datos. Así por ejemplo, el CIS (*Community Innovation Survey*) simplemente agrega las estadísticas nacionales que han sido realizadas en momentos y a unidades de características muy diferentes (EUROSTAT, 2006), mientras que los *Scoreboard* buscan indicadores sintéticos, mezclando datos objetivos, obtenidos de registros, con opiniones necesariamente subjetivas, y con los resultados de las encuestas de innovación (UNU-MERIT, 2009). Por estos motivos, es frecuente que se obtengan conclusiones que pueden ser fácilmente cuestionadas.

III. LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. EL SISTEMA DE INNOVACIÓN

Simplemente por razones históricas, la innovación clásicamente llamada tecnológica, la basada en conocimientos de las ciencias exactas y naturales, es la más estudiada y, por lo tanto, la más conocida. La primera edición del *Manual de Oslo* recopiló lo que se sabía en 1992, y se han sucedido trabajos empíricos y teóricos para entenderla. En su famoso artículo de 1982, titulado «¿Cuán exógena es la ciencia?», Nathan Rosenberg demostró que una fuente de conocimiento válida para la innovación eran los problemas que se presentaban en el día a día de la actividad empresarial (Rosenberg, 1981). Estos problemas, y las enseñanzas obtenidas de ellos, debían ser conocidos por los que pretendían surtir de tecnología a la actividad productiva. De esta manera, puso en evidencia que en el proceso de innovación, además del flujo de transferencia de conocimiento desde los lugares de generación y del flujo financiero necesario para que esto ocurriera, los dos únicos flujos que se cuidaban en las políticas de fomento de la innovación del momento, había que tener en cuenta un tercer flujo que surgía de las unidades de producción y que presentaba sus problemas a los que profesionalmente se ocupaban de generar tecnología. También quedó claro que la información objeto de estos flujos podía precisar de traducción, en un caso para que el problema identificado por la unidad de producción fuera entendido por el investigador, y en el otro para que la tecnología pudiera ser aplicada por el ingeniero. Surgía así la explicación de la existencia de un nuevo agente en el proceso de innovación, que es conocido como órgano o infraes-

tructura de soporte a la innovación. Este descubrimiento permitió, años más tarde, la aparición de un nuevo concepto, el de sistema de innovación, que se ha revelado como una herramienta muy útil para entender este complicado proceso.

Si se admite que la innovación ocurre dentro de un sistema, es decir, con la intervención de múltiples elementos, que a la vez pueden ser subsistemas, que interactúan entre sí tanto para ayudar como para entorpecer el proceso innovador, es posible identificar y entender el papel de cada agente y comprender sus interacciones (Lundwall, 1992). El análisis de todo sistema comienza por su partición en subsistemas, y de ello depende en buena parte la calidad del resultado obtenido.

Una partición que ha resultado conveniente para analizar el sistema español de innovación es la que identifica cinco subsistemas. El primero e imprescindible es el tejido productivo, porque sin empresas no puede existir innovación. El segundo es el sistema público de I+D, que es la mayor y mejor fuente de conocimiento. El tercero lo constituyen las numerosas organizaciones que ayudan al proceso, creando y transfiriendo conocimiento en los dos sentidos, pero con más especialización en el flujo procedente de los problemas del proceso productivo. El cuarto, las diferentes administraciones públicas, que actúan como financiadoras y como reguladoras y normalizadoras de la actividad técnica y económica. Y, finalmente, un quinto subsistema que incluye a todas aquellas instituciones que, no habiendo sido creadas para la innovación, resultan necesarias para que ésta tenga lugar. Se trata de un gran subsistema, llamado genéricamente «entorno», muy heterogéneo y

formado por lo menos por instituciones tan importantes como el sistema financiero, el educativo y también el mercado (COTEC, 2004).

La descripción de estos subsistemas debe completarse con la de las relaciones que existen entre cada uno de ellos, lo que obliga, por simplicidad, a que su número no sea elevado. La partición aplicada para el caso español es una solución de compromiso entre el número de subsistemas y de relaciones que se ha demostrado abordable.

Desde el punto de vista de la innovación, el tejido productivo debe ser analizado para conocer por lo menos su composición sectorial y su estructura por tamaños, porque son determinantes de su capacidad para generar conocimiento y para utilizarlo en sus estrategias. Como es lógico, son datos relevantes el gasto que suponen sus actividades de innovación y, dentro de ellas, las de I+D, así como el número y especialidad de sus investigadores y su personal auxiliar, que de alguna forma miden los llamados *inputs* de su proceso innovador. No menos interesantes son sus *outputs*, que se expresan fundamentalmente en la facturación en productos y servicios nuevos o mejorados, pero también en las patentes obtenidas y en los ingresos procedentes de licencias de su tecnología.

El sistema de I+D público estará definido por el número y las características de sus instituciones. Afortunadamente, los países de la OCDE tienen larga experiencia en medir su actividad científica. Utilizan desde 1963 la metodología de un *Manual* llamado de *Frascati*, que permite encuestar a todas las unidades nacionales de investigación, tanto públicas como privadas. La experiencia acumulada

asegura una buena credibilidad de los datos obtenidos, que está reforzada por tratarse de una actividad razonablemente formalizada y, al ser cara, sometida a control tanto en el sector público como en el privado (OECD, 2002).

Los datos que caracterizan al sistema público son los de su gasto, el personal investigador y auxiliar implicado, y las disciplinas que les ocupan. Sus *outputs* son fundamentalmente las publicaciones científicas, los contratos de transferencia y consultoría con el sector público y privado, y también las patentes.

Cuanto más avanzado sea un sistema de innovación, mayor será el número y la variedad de las organizaciones que facilitan el proceso de innovación, proporcionando servicios de alto contenido tecnológico a las empresas. Éstas pueden ser de titularidad tanto pública como privada, pero siempre es su misión facilitar el uso de conocimiento en la concepción y materialización de productos y servicios. Toman muy diferentes formas, y entre ellas están los centros y parques tecnológicos, los órganos de transferencia de tecnología y las consultorías o fundaciones. Para conocer este subsistema, se debe proceder a la descripción de estas entidades y a la evaluación de los recursos que implican. Su eficiencia se mide fundamentalmente a través de los contratos de servicios que generan, aunque también pueden ser origen de publicaciones científicas o tecnológicas y de patentes.

En la actualidad, todos los niveles de la Administración han optado por intervenir en el proceso de innovación. Su justificación está tanto en los fallos del mercado del conocimiento como en el deficiente funcionamiento del sistema de innovación. Las interven-

ciones son históricamente de tres tipos. En primer lugar, las ayudas financieras, que toman forma de subvenciones, créditos blandos y exenciones fiscales. Segundo, el mantenimiento de organizaciones que pretenden hacer más fácil a las empresas el proceso de innovación, como es el caso de los centros públicos de I+D, pero también de centros y parques tecnológicos, y el de una institución tan antigua como el sistema de protección de los derechos de propiedad industrial e intelectual. La tercera vía de intervención, aunque de forma indirecta, es la capacidad reguladora de las administraciones, que se manifiesta en muchos de los objetos de la regulación, porque una regulación raramente es neutra para la innovación, ya que puede hacer más o menos atractiva la introducción de nuevos productos o servicios y sus mejoras. Recientemente, está tomando fuerza como instrumento de política de innovación la compra pública, que actuaría sobre la demanda, frente a los instrumentos clásicos, que lo han hecho sobre la oferta (COTEC, 2008).

La intervención de la Administración es siempre un proceso complejo, porque exige todo el rigor que se requiere para el uso del dinero público, y necesariamente responde a criterios ideológicos. Los estados modernos se han dotado de unos órganos administrativos especializados que proponen leyes y reglamentos, y gestionan complejos mecanismos de asignación y control de fondos públicos. La idoneidad, siempre muy difícil de evaluar, de estos actos administrativos sería la medida de la eficiencia de este subsistema, nunca la cantidad, porque es evidente que la burocracia es un seguro freno a la innovación.

El quinto subsistema es, como ya se ha dicho, muy complejo y

heterogéneo. En el momento actual, cuando la crisis ha hecho más necesario que nunca buscar nuevas fuentes de riqueza, especialmente para los países más desarrollados, este último subsistema ha atraído la atención que nunca tuvo. Y todo parece indicar que ha llegado el momento de aplicar más esfuerzos para lograr su mejor funcionamiento. Y hay muchas razones para ello. La empresa innovadora está fuertemente condicionada por su entorno. En él debe encontrar las mentes capaces de entender, crear y aplicar el conocimiento que dará lugar a la innovación. La financiación de estas actividades vendrá de este entorno y dependerá tanto de los recursos disponibles como de la habilidad de los financieros para evaluar las ventajas de las propuestas innovadoras. El mercado es la razón de ser de la empresa, y su propensión a innovar está determinada por la actitud de los compradores, tanto públicos como empresariales o individuales. La legislación, la normativa y, en general, la cultura no son menos importantes para el desarrollo de las oportunidades de innovar. No es pues extraño que después de lo ya conseguido con las políticas de innovación, que han actuado sobre la propia empresa y también sobre la generación de nuevo conocimiento y sobre los servicios tecnológicos, y ante la necesidad de explotar al máximo el potencial del conocimiento, que, utilizando las palabras de Vannevar Bush, parece no tener límites, se pretenda ahora actuar con más contundencia sobre el entorno (BUSH, 1945).

IV. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN

El sistema español de innovación es pequeño para la dimen-

sión de nuestra economía y deficientemente estructurado cuando se compara con los ejemplos mundiales más eficientes. El indicador más fiable para comparaciones es, sin duda, el gasto total en I+D, que fue en 2008 de 14.701 millones de euros, sólo el 1,35 por 100 del PIB, cuando la media de la Europa de los 27 era el 1,85 por 100 en 2007. La descomposición de este gasto, tanto en su origen como en su destino, muestra la deficiente estructura de nuestro sistema (INE, 2010b). Nuestra investigación es financiada en un 45 por 100 por el sector privado, cuando el objetivo de la Unión Europea la sitúa en un 66 por 100. Y es ejecutada por las empresas en un 56 por 100, porcentaje muy inferior al 70 por 100 que registró, por ejemplo, Alemania, o al 72 por 100 de Estados Unidos (OECD, 2010).

El número de investigadores y su reparto entre el sector público y el privado también es diferente y peor del que sería deseable. En 2008 había en España un total de 131.000 investigadores, lo que suponía que se contaban 6,47 por cada 1.000 activos, cifra comparable con los 6,0 de la media comunitaria de los 27. Pero, por otra parte, los que trabajan en nuestra empresa representan sólo 2,5 por cada 1.000 activos, frente a los 3,9 de la media europea. Las diferencias con los otros grandes países europeos son, lógicamente, mayores. Alemania tenía 9,6 por cada mil activos, de los que 5,9 trabajaban en la empresa. Francia 11,7, con 6,4 empresariales. Así, por ejemplo, si el número y la distribución de los investigadores por población activa de España tuvieran que ser los de Francia, el número de investigadores totales debería multiplicarse por 1,6, pero el de los empresariales por 2,6 (INE, 2010b).

Esta situación, sin duda muy mejorable, no debe empañar el gran esfuerzo que el país ha hecho en la última década para acercarse a los valores europeos. Los investigadores de las empresas españolas, estimados en equivalentes a jornada completa, fueron 46.375 en el año 2008, y gastaron 8.074 millones de euros. Unas cifras todavía pequeñas cuando se las compara con las de los grandes países europeos, pero mucho mayores que las teníamos en España hace tan sólo diez años. Entonces, los investigadores de las empresas, contados de la misma manera, eran 12.009 y gastaban 2.144 millones de euros (INE, 2010b). El crecimiento medio anual acumulativo en ambos indicadores ha sido superior al 13,5 por 100 durante esta década. Y también la mayoría de los indicadores que se utilizan para evaluar la actividad innovadora de un país, han crecido de forma parecida para España, durante estos últimos diez años. En consecuencia, nuestro sistema de innovación parece haber salido de su infancia, porque se ha dotado de los elementos que caracterizan a los más avanzados y se pueden dar buenos ejemplos de colaboración entre ellos. Pero está todavía lejos de la madurez.

Los resultados de esta continuada aplicación de recursos dan también cuenta de este esfuerzo. La producción científica española, medida en publicaciones en revistas de prestigio mundial, ha pasado de unos 16.000 artículos en 1997 a casi 43.000 diez años más tarde, lo que supone un crecimiento anual acumulativo de casi el 12 por 100, que nos ha permitido originar en 2008 el 3,2 por 100 de todas las del mundo (COTEC, 2009). Algo parecido ha ocurrido con las patentes españolas concedidas a residentes en nuestro país. Un crecimiento anual acu-

mulativo de más de un 12 por 100, las ha hecho pasar de las 1.029 de 1997 a las 3.317 de diez años más tarde. Otro dato menos conocido es que las patentes triádicas, aquellas que se protegen simultáneamente en Europa, EE.UU. y Japón, son más o menos las que nos corresponden por nivel tanto de gasto en investigación como de publicaciones científicas, aunque sólo sean el 0,4 por 100 mundial. El valor añadido de los sectores de alta y media-alta tecnología también ha aumentado, pero sólo alrededor del 6 por 100 anual acumulativo entre los años 2000 y 2006 (INE, 2010b).

El efecto de este esfuerzo también es visible en el crecimiento, en número y en actividad, de las denominadas infraestructuras u organizaciones de soporte a la innovación. Se trata de entidades de ámbito público, semipúblico o privado que tienen capacidad para entender las necesidades de conocimiento de las empresas y para localizar, o generar en su caso, la tecnología que las satisfaga. Estas organizaciones facilitan la actividad innovadora de las empresas, proporcionándoles medios materiales y humanos para su I+D, expertos en tecnología, soluciones a problemas técnicos y de gestión, así como información y una gran variedad de servicios de naturaleza tecnológica. Son particularmente importantes en el caso de las PYME, y sobre todo para las de sectores productivos tradicionales, que acceden con más dificultad a información, recursos humanos y financieros e instalaciones para completar por sí mismas sus procesos de innovación.

Un tipo de entidad de soporte a la innovación muy característico es el centro tecnológico. Estos centros suelen surgir en el seno de asociaciones de empresas, habitualmente del mismo sector in-

dustrial, como respuesta a la creciente dificultad de asumir individualmente los costes de creación y mantenimiento de unas instalaciones técnicas cada vez más complejas. Con un carácter semipúblico o totalmente privado, están centrados fundamentalmente en la realización de ensayos y medidas, controles de calidad, trabajos de I+D contratada, etcétera.

Según datos de FEDIT, asociación que agrupa a la mayoría de los centros tecnológicos españoles, el número de sus centros asociados, que en 1996 eran 48, ascendía a 67 en 2008, y el número de sus empresas clientes ha experimentado en el mismo periodo un crecimiento similar, pasando de las 23.400 empresas de 1996 a las 31.500 de 2008 (FEDIT, 2009).

Otras entidades activas en el apoyo a la innovación, especializadas en la transferencia de la tecnología generada en las universidades y centros públicos de investigación, son las OTRI (oficinas de transferencia de los resultados de investigación). Nacieron en 1988 y recibieron carácter oficial con la creación de un Registro Oficial de OTRI en la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

Según los datos publicados por RedOTRI, el volumen de los servicios de I+D+i bajo contrato realizados por la red de OTRI de las universidades creció desde 122 millones de euros en 1996 hasta 546 millones en 2007. Otro indicador de su actividad de transferencia de tecnología, como es el número de patentes solicitadas, prácticamente se ha duplicado entre 2001 y 2007, pasando de 239 a 434 (RedOTRI, 2009).

Por último, otra importante categoría dentro de las infraestructuras de soporte a la innovación son los parques científicos y tec-

nológicos. Se trata de iniciativas urbanísticas de ámbito local o regional, destinadas a estimular la inversión en actividades de alta tecnología, fomentar la comunicación entre los sectores investigador e industrial y crear empleo mediante la concentración física de empresas con base tecnológica. Los parques pretenden crear un medio en el que se produzca un fenómeno de difusión de innovaciones y transferencia de tecnología que debiera culminar con el nacimiento, en el parque y sus inmediaciones, de un tejido de PYME innovadoras. La consecución de este fin supone la presencia en el parque, o en su entorno, de universidades o centros de investigación que generen un flujo de conocimiento útil para las empresas y de entidades dispuestas a financiar la creación de PYME innovadoras, asumiendo este riesgo. Actualmente, existe una clara tendencia a la creación de parques de dimensiones mucho menores y con una conexión muy fuerte con universidades, que son los denominados parques científicos.

La mayoría de estas instituciones están asociadas a la APTE (Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España). Esta asociación, que contaba con seis socios activos en 1988, tenía 32 activos en 2008 y otros 47 afiliados todavía no plenamente operativos. El número de empresas y entidades alojadas en los parques creció desde las 500 de 1997 hasta las 4.600 de 2008, que daban empleo a 128.000 personas, de las cuales casi 19.000 realizaban tareas de I+D. La facturación total de estas empresas ha crecido de forma parecida, desde poco más de 1.000 millones de euros en 1997 hasta más de 18.000 en 2008 (APTE, 2009).

En la evolución del sistema español de innovación, las adminis-

traciones, tanto las regionales como la Administración general del Estado (AGE), han desempeñado un importante papel como reguladoras de aspectos técnicos y jurídicos relacionados con la innovación y, en mucha mayor medida, como impulsoras de la actividad innovadora, estableciendo complejos mecanismos de ayudas financieras directas e indirectas. Así, todas las administraciones regionales destinan parte de sus presupuestos a la política de innovación. En 2009, el conjunto de las comunidades autónomas destinaron más de 2.600 millones de euros a esa política. Por su parte, la AGE, en la última década, ha multiplicado por tres los recursos de la partida 46, de investigación desarrollo e innovación, que en 2010 ascienden a más de 9.000 millones de euros. También fue muy notoria la introducción de incentivos fiscales a la innovación, considerados como los más generosos de los países de la OCDE, y más recientemente lo ha sido otra singular aportación, la inclusión de la posibilidad de la «compra pública de tecnología innovadora» en la Ley de contratos del sector público.

El instrumento de política de innovación por excelencia es el Plan Nacional de I+D, que tuvo su origen en la Ley de la Ciencia de 1986, y ha sido desarrollado desde entonces en sucesivas ediciones de cuatro años de duración. Su estructura y forma de gestión ha sido renovada en cada ocasión, y sin duda la transformación más importante ha sido la inclusión del Programa Ingenio 2010, que ha supuesto una nueva forma de desarrollar este tipo de política. La estructura y los resultados de la aplicación de este Plan son motivo de informes anuales muy prolijos, que son ampliamente difundidos, por lo que sería ocioso recogerlos aquí (SISE, 2010).

De los agentes que componen el quinto subsistema, el entorno, los más relevantes son el sistema educativo y el sistema financiero. Desde la enseñanza primaria y obligatoria hasta la superior son un determinante crucial de la capacidad innovadora de un país. Un sistema educativo eficaz para la innovación logra estimular las actitudes emprendedoras en la enseñanza primaria y obligatoria, forma en la etapa secundaria una cantidad suficiente de técnicos intermedios, que constituyen una fuerza de trabajo fundamental para las empresas innovadoras, y en la enseñanza superior pone a disposición del tejido productivo científicos, investigadores o gestores de calidad homologable internacionalmente. Por estos motivos, desde que la innovación es objeto de debate público, la mejora de nuestro sistema educativo es citada sistemáticamente como un factor imprescindible para elevar la capacidad innovadora española.

Un indicador muy básico para medir el esfuerzo en educación de cualquier país es el gasto dedicado a esta actividad en relación con el PIB. Según datos de Eurostat, España, con un 4,28 por 100 en 2006, último año con datos comparables internacionalmente, queda por debajo de la media de la UE15 (4,88 por 100), y muy alejada de los países más avanzados en este aspecto, como Dinamarca (7,98 por 100) Finlandia (6,14 por 100), Francia (5,58 por 100) o Estados Unidos (5,51 por 100), e incluso por debajo del esfuerzo realizado en España en 1995, que fue del 4,66 por 100 (EUROSTAT, 2010).

Menor gasto relativo no debería implicar necesariamente menor calidad, pero las comparaciones internacionales disponibles tampoco dejan mucho margen para la complacencia. En una de

las más difundidas, como es el programa PISA de la OCDE para la evaluación de estudiantes que acaban la enseñanza obligatoria, las puntuaciones logradas por los estudiantes españoles en las pruebas de ciencias, matemáticas y lectura se sitúan sistemáticamente en el tercio inferior de las de los países que participan en el programa (OECD, 2008). No existen programas similares de evaluación de la calidad de la enseñanza superior, pero las cifras de abandono de los estudios universitarios o de su excesiva prolongación en el tiempo tampoco son favorables a España. Y en las clasificaciones internacionales de calidad de las universidades no figura ninguna española entre las 100 primeras.

Por supuesto, las causas de esta situación deben buscarse también en aspectos culturales, mucho más difíciles de modificar, al menos a corto y medio plazo. Un indicador muy significativo de la importancia que la sociedad concede a la educación es el porcentaje de jóvenes entre 18 y 24 años que abandona los estudios, que en España alcanzó en 2008 el 32 por 100. Esta cifra sólo es superada por Portugal, y supone más del doble de la media de la UE27, que era inferior al 15 por 100. Además, evoluciona este indicador a peor, ya que el porcentaje de jóvenes españoles que abandonaron los estudios en 2000 estaba en torno al 29 por 100 (EUROSTAT, 2010).

Otro aspecto cultural en el que España se diferencia de los países de nuestro entorno es que un porcentaje demasiado alto de los jóvenes que continúan estudios más allá de la etapa obligatoria consideran la enseñanza secundaria como un mero puente hacia la superior, y no como la base de su futura carrera profesional. El resultado de esta tendencia, com-

binada con la anterior, es un perfil de formación de los empleados españoles que difiere significativamente de los estándares europeos, y de los que necesitaría una economía innovadora. En 2008, el nivel de formación del 42,5 por 100 de los empleados españoles era inferior a secundaria, frente al 23,2 por 100 de media de la UE27, o el 14,4 por 100 de Alemania. En cambio, el 33,5 por 100 tenía estudios superiores, por encima del 26,9 por 100 de media UE27 o el 26,0 por 100 de Alemania. Este último sería un dato satisfactorio si no fuese porque los trabajadores que tienen como máximo nivel de formación la secundaria superior, estrato en el que se sitúan los técnicos intermedios, suponen sólo el 24,0 por 100 de los españoles, mientras que el porcentaje alemán es el 59,3 por 100 y la media europea el 49,6 por 100 (EUROSTAT, 2010).

Un buen indicador de la disponibilidad de financiación para actividades innovadoras, o también de la capacidad de absorción de la financiación disponible por los emprendedores para este tipo de actividades, es la evolución de los fondos de capital riesgo, especialmente los involucrados en las primeras etapas de creación de las empresas (capital semilla, *start-up*). Según los datos publicados por la Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo (ASCRI), la evolución de estos fondos en España, medida en volumen de fondos captados o invertidos, ha sido fulgurante, alcanzando en 2007 los 5.240 y 4.330 millones de euros respectivamente, desde unas cifras inferiores a los 500 millones en 1997, lo que representa un crecimiento medio anual superior al 25 por 100 (ASCRI, 2009).

Pese a este importante crecimiento, la inversión realizada en 2007 representaba aproximada-

mente el 0,42 por 100 del PIB, porcentaje aún inferior a la media europea, que en 2006 ya ascendía al 0,56 por 100.

Como ocurre en el conjunto de Europa, la mayor parte de las inversiones, el 56,2 por 100, se dedicó a operaciones apalancadas (MBO/MBI), el 24,7 por 100 a inversión en empresas en fase de expansión, y solamente un 4,6 por 100 a capital semilla y *start-up*, cifra que se mantiene sin superar los 200 millones de euros. No obstante, el número de operaciones realizadas en estas fases ascendió a 284, lo que representa casi el 34 por 100 del total.

El motivo de esta escasa inversión en las iniciativas más claramente innovadoras seguramente no sea la falta de disponibilidad de fondos, sino la ausencia de una demanda suficiente que permita a los inversores repartir razonablemente sus riesgos

V. NUESTRA INNOVACIÓN ANTE LA CRISIS

La evolución reciente del sistema español de innovación ha sido claramente positiva, y supone un significativo cambio en la historia de nuestra ciencia y de nuestra tecnología. La cuestión ahora es saber si nuestro sistema es ya un motor de la competitividad de nuestra economía, porque en su bajo nivel está nuestro mayor problema económico, en cuya solución la capacidad tecnológica tiene que jugar un papel importante.

Si cabía alguna duda, la actual crisis está demostrando que estamos muy lejos de alcanzar este objetivo, al tiempo que en la opinión pública se confirma el convencimiento de que nuestro sistema de innovación debe ser un

pilar imprescindible en el nuevo modelo económico que, lo que ya se viene llamando la «nueva normalidad», exigirá.

Durante el largo periodo expansivo que ha precedido a la actual crisis, la economía española ha podido crecer al margen de su capacidad innovadora. En un entorno de financiación barata, la vivienda encontraba compradores tanto en el exterior como en el interior, y los sectores de bajo valor añadido, basados en mano de obra poco cualificada, podían todavía competir. Pero esto no podía ser sostenible. A medida que la economía iba creciendo, nuestra demanda exigía productos cada vez más sofisticados que no se fabricaban en España, y nuestros productos tradicionales eran cada vez más caros y, por lo tanto, menos competitivos, tanto en el mercado nacional como en el internacional. En consecuencia, año tras año nuestra balanza de pagos ha tenido un déficit del orden del 10 por 100 de nuestro PIB, que según demuestran los cálculos ha sido la causa del 40 por 100 de la abultada deuda externa bruta del país, que ha llegado a ser equivalente a 1,6 veces nuestro producto interior bruto.

Un análisis del déficit de la balanza de pagos muestra hasta qué punto esta fase expansiva ha cambiado nuestro país. Así, resulta que las importaciones de productos de alto contenido tecnológico han sido responsables en los años más recientes del 20 por 100 del incremento de nuestro déficit comercial. España necesita ya ser competitiva también en productos de alta tecnología. Y, por supuesto, debe seguir siéndolo en los sectores más tradicionales, generadores del resto del déficit. Esto hace afirmar que necesitamos con urgencia un sistema de innovación que incluya a muchas más empre-

sas capaces de ofrecer productos y servicios de más valor añadido, porque, para nuestro nivel de desarrollo económico e institucional, la única vía para mejorar la competitividad es el aumento de la productividad.

Nuestro sistema de innovación ha demostrado ya que es capaz de funcionar, pero deberá crecer, y de forma importante, para que la productividad de muchas más empresas crezca, y esto sólo ocurrirá cuando haya muchas más que basen su estrategia en el uso del conocimiento. En la actualidad, sólo el 1 por 100 de nuestro valor añadido bruto es generado por empresas de alta tecnología y escasamente el 4 por 100 por las de media-alta tecnología. En los sistemas de países avanzados estos porcentajes son, respectivamente, el triple y el doble. Pero, además, muchas de nuestras empresas son de pequeño tamaño. Sólo unas 4.000 pueden considerarse grandes, mientras que el 82 por 100 de nuestros trabajadores están empleados en PYME. El acceso al conocimiento de las pequeñas empresas es muy difícil, y más su integración en el sistema de innovación, quedando éste prácticamente reservado a las escasas pequeñas empresas que se dedican a los nichos de tecnología avanzada. Así resulta, según los datos disponibles, que las empresas españolas integradas en el sistema de innovación son sólo poco más de las 12.000, cuando lo razonable sería que pronto llegaran a las 40.000 y fueran capaces de duplicar el actual gasto empresarial en I+D, con lo que este indicador adquiriría el valor que corresponde a la dimensión de nuestra economía.

Cambios de este calado sólo serán posibles si se acometen dentro de una estrategia a largo plazo. Éste es el camino que están si-

guiendo ya otros países, bajo lo que se viene denominando «estrategias nacionales de innovación». Para España, las cuestiones que deben ser abordadas más urgentemente, porque son las que necesitan mayor plazo para su solución, son las que afectan al sistema educativo, a la calidad de nuestras instituciones científicas y al contenido tecnológico de nuestro tejido productivo.

En lo referente a la educación, en su etapa primaria deberá ésta asumir la responsabilidad de inculcar los valores y hábitos que hacen innovadora a una sociedad. Las enseñanzas de la formación profesional deberán ser simplificadas y redefinidas, partiendo de las necesidades empresariales. Habrá que cuidar también la calidad de la formación superior, porque de ella depende nuestra capacidad en el futuro de generar conocimiento, y de tomar decisiones empresariales y públicas que favorezcan el mejor aprovechamiento de la ciencia y la tecnología.

Tendremos también que planearnos la calidad de nuestras instituciones científicas, y muy especialmente las relaciones entre universidad y empresa.

También deberá crecer el gasto de las empresas en I+D, lo que hará necesario aumentar el número de su personal técnico y, especialmente, el de sus investigadores. Y también deberá mejorar la gestión empresarial, que hoy en día todavía está muy alejada de los desafíos de la globalización.

Otro gran cambio estructural debe ser elevar el nivel tecnológico de las PYME. Porque necesitamos, por una parte, más tecnología en las de los sectores tradicionales y, por otra, más empresas de base tecnológica, que se esfuercen en triunfar en nichos de mercado de

alto valor añadido. Y es claro que son los empresarios y los investigadores los que tienen la responsabilidad más inmediata de esta transformación.

Además de estos objetivos a largo plazo, una estrategia innovadora debe conseguir una pronta asunción de la importancia de la innovación en el sistema financiero y en la gobernanza de todas las administraciones públicas. Pero esto no será efectivo si no es toda la sociedad la que comprenda que el conocimiento es actualmente la mejor fuente de bienestar a la que nuestro país puede recurrir.

BIBLIOGRAFÍA

- APTE (2009), *Directorio de Empresas e Instituciones 2009*, Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos, Málaga.
- ASCRI (2009), *Informe anual ASCRI 2009*, Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo, Madrid.
- BUSH, V. (1945), *Science - The Endless Frontier*, Washington.
- COTEC (2004), *El sistema español de innovación: Situación en 2004*, Fundación Cotec, Madrid.
- (2005), *Panel de innovación tecnológica PITEC*, Fundación Cotec, Madrid.
- (2008), *La compra pública de tecnología innovadora en TIC. Libro Blanco*, Fundación Cotec, Madrid.
- (2009), *Informe Cotec 2009: Tecnología e innovación en España*, Fundación Cotec, Madrid.
- DRUCKER, P. F. (1993), *La sociedad postcapitalista*, Apóstrofe, Barcelona.
- EUROSTAT (2006), *Encuesta de innovación de la Comisión Europea: CIS4*, Eurostat.
- (2010), *Statistics: Education and Trainings* [en línea], Disponible en web: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>
- FEDIT (2009), *Informe Anual 2008*, Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología, Madrid.
- INE (2010a), *Estadística sobre actividades de I+D* [en línea], Madrid. Disponible en web: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=por1002Ft14por1002Fp057&file=inebase&L=0>

<p>— (2010b), <i>Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas</i> [en línea], Madrid. Disponible en web: <">http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=por1002Ft14por1002Fp061&file=inebase&L=>></p> <p>LUNDWALL, B. (1992) <i>National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning</i>, Pinter, Londres.</p> <p>OECD (2002), <i>Frascati Manual</i>, OECD, París.</p> <p>— (2005), <i>Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación</i>, OECD, París.</p>	<p>— (2008), <i>Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana</i>, Santillana Educación, Madrid.</p> <p>— (2010), <i>Main Science and Technology Indicators 2009/2</i>, OECD, París.</p> <p>RedOTRI (2009), <i>Informe RedOTRI 2008</i>, Madrid.</p> <p>ROSENBERG, N. (1981), «¿Es exógena la Ciencia?», en <i>Dentro de la caja negra: tecnología y economía</i>, El Hogar del Libro, Barcelona.</p> <p>SCHUMPETER, J. A. (1993), <i>The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Bu-</i></p>	<p><i>siness Cycle</i>, Transaction Publishers, New Brunswick.</p> <p>SISE (2010), <i>Sistema Integral de Seguimiento y Evaluación</i> [en línea], Disponible en http://sise.fecyt.es/sise-public-web/</p> <p>UNU-MERIT (2009), <i>European Innovation Scoreboard 2008: Comparative Analysis of Innovation Performance</i>, UNU-MERIT.</p> <p>WORLD ECONOMIC FORUM-WEF (2009), <i>The Global Competitiveness Report 2009-2010</i> [en línea], Palgrave MacMillan, Hampshire. Disponible en web: <http://www.weforum.org/pdf/GCR09/GCR20092010full-report.pdf></p>
---	--	---