

Anuario Internacional CIDOB 2005 edición 2006

Claves para interpretar la Política Exterior Española y las Relaciones Internacionales 2005

La investigación y la innovación españolas en el contexto
internacional.

Juan Mulet

La investigación y la innovación españolas en el contexto internacional

Juan Mulet,
director general de Fundación para
la Innovación Tecnológica (COTEC)

Si se define la tecnología como las técnicas (formas de hacer cosas útiles) que han sido entendidas, mejoradas o creadas gracias a la ciencia, se puede afirmar que nuestro país no ha tenido nunca un papel, ni siquiera discreto, en la historia de la ciencia y que sólo en momentos muy determinados ha destacado en la de la tecnología. Los ingenios hidráulicos de la España islámica fueron causa de uno de estos momentos y lo mismo ocurrió más recientemente, cuando el poderoso imperio español de Felipe II tuvo que equiparse con las técnicas y tecnologías más modernas para administrar unos territorios muy distantes y muy variados. Para la época, se fue especialmente hábil en el control de los problemas sanitarios, en la dotación de los ejércitos, en las comunicaciones y en la explotación de los recursos naturales. El interés por la ciencia de aquella España fue, como señala Sánchez Ron (1999), “demasiado instrumentalizado hacia direcciones específicas de valor material para el Estado”. Diríamos, en lenguaje de hoy, que hubo sólo preocupación por la innovación de menor valor añadido, aquella que se limita a usar el conocimiento científico, olvidándose de su generación. Es una lección que España todavía no ha aprendido, como habrá ocasión de repetir a lo largo de este artículo.

Esta obsesiva preocupación de un Estado tan poderoso como el español por la “ciencia aplicada”, o mejor por la aplicación de la ciencia, puede explicar

que durante todo el siglo XVII pasara desapercibida la impresionante revolución científica que se desarrolló en aquel período. Los trabajos de Galileo, Harvey o Newton sólo tuvieron alguna influencia a finales de aquel siglo, cuando unos pocos novadores se dieron cuenta del retraso que se había acumulado. Pero las consecuencias no fueron muy distintas de las ya comentadas, porque aun cuando España figura entre los usuarios de la máquina de Newcomen, en una fecha tan temprana como 1730 no fue capaz de atraer, ni en ese siglo ni en el anterior a científicos e innovadores extranjeros, como hacían otros países europeos (Mokyr, 1990). De hecho, la máquina de vapor no “toma carta de naturaleza en España hasta 1833” (Nadal, 1988).

La llegada de los Borbones fue buena para la ciencia y la tecnología españolas. La Ilustración modernizó España introduciendo las instituciones científicas que tenían éxito en otros países, aunque es verdad que se hizo de la mano de militares y religiosos, que intentaron dar solución a la preparación de personal técnico y a la educación de las élites. Con todo, al final del siglo XVIII, existían en España un relativamente amplio número de instituciones que consiguieron una cierta integración en el mundo científico europeo, al participar en proyectos de cooperación internacional como expediciones botánicas, observaciones astronómicas o geodésicas. La Ilustración acaba mal en España y con ella la época de bonanza para la ciencia y la tecnología. Cuando Jovellanos termina su famoso Informe de la Sociedad Económica de Madrid, en 1794, el Terror se impone en Francia y se contagia el temor en España hasta tal punto que diversas tesis del Informe se convierten en sospechosas. Los diez años siguientes hasta la guerra contra los franceses son de incertidumbre y la propia guerra un punto final a una etapa de cierta esperanza, porque la guerra no sólo desbarata las instituciones sino que materialmente destruye laboratorios y gabinetes que estaban llamados a ser emblemáticos.

El país inicia el siglo XIX en muy malas condiciones para emprender la evolución que, desde la incipiente Revolución Industrial, ha caracterizado el desarrollo científico y tecnológico. La industria y la ciencia deberán caminar cada vez más juntas para prosperar, aunque esto no haya quedado patente hasta fechas mucho más recientes. Pero lo cierto es que desde entonces la ciencia sólo ha florecido de manera sostenible cuando la Industria le ha ofrecido un campo para la detección de problemas y para la experimentación de sus soluciones. Por aquellas fechas, nuestro país y muchos otros no contaban entre los pocos que tenían una economía potente capaz de estimular la capacidad científica en la búsqueda del conocimiento que hiciera posible la atención de unas demandas que crecían de forma desconocida. Baste un ejemplo para acercarse a esta realidad: entre 1800 y 1900, la producción de tejidos de algodón en el Reino Unido se multiplicó por 34 (Nadal, 1988).



La evolución de la ciencia española en el siglo XIX es un reflejo de la situación del país. El final de la guerra con que comenzó el siglo, no supuso el retorno a la normalidad, por más que se intentase durante el primer período absolutista de Fernando VII. Siguieron sublevaciones, guerras y continuas crisis de Gobierno y con ello pasó más de medio siglo sin que pudiera hablarse de tranquilidad. La Restauración, con la que comienza el último cuarto del siglo, marca el comienzo de una cierta continuidad en la atención a la ciencia. Aunque durante todo el siglo hubo personajes dedicados a la ciencia, ésta no encontró espacios para desarrollarse y quedó reducida a su enseñanza y a la difusión de resultados de investigaciones extranjeras.

La pérdida de Cuba supuso una verdadera conmoción para la conciencia española, que vio en ella una consecuencia del retraso del país. Y esto afectaba a la ciencia. “La media ciencia causa de la ruina” es el título de un artículo de Santiago Ramón y Cajal en *El Liberal* de 1898 en el que dice “hay que crear ciencia original en todos los órdenes del pensamiento...”

Hemos caído ante Estados Unidos por ignorantes y por débiles, que hasta ignorábamos su ciencia y su fuerza. Es preciso regenerarse por el trabajo y el estudio”. Y de esta regeneración nació una corriente de modernización científica, cuya principal consecuencia fue la creación de la Junta de Ampliación de Estudios en 1907. Se iniciaba por primera vez desde hacía siglos, aunque de forma tímida, una presencia exterior de la ciencia y de los científicos españoles. Gracias a dicha Junta, científicos españoles frecuentaron los centros de investigación de prestigio mundial y pudieron alinear sus trabajos con las tendencias del momento. Puede ser un exponente de este cambio el interés que mostró la Fundación Rockefeller por la ciencia española, que permitió la creación en 1932 de un

“La contribución empresarial al gasto de I+D debería dar una idea más clara de la importancia económica de esta actividad”

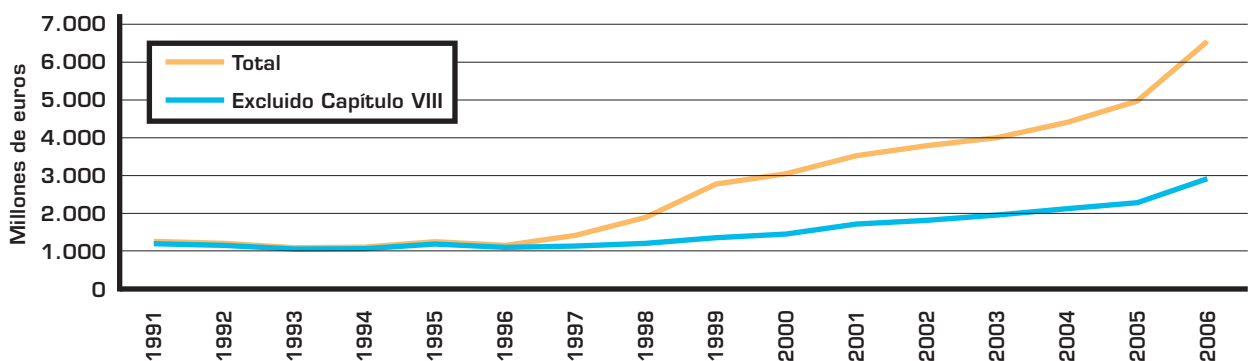
nuevo Instituto Nacional de Física y Química, a partir del Laboratorio de Investigaciones Físicas de la Junta. Los informes de los expertos americanos, que se extendieron entre 1919 y 1932, repiten su buena impresión sobre los científicos españoles, que califican de “entusiastas y bastante activos investigadores instalados de manera absolutamente inadecuada” (Sánchez Ron, 1999), razón que justifica las futuras ayudas.

La Guerra Civil fue el siguiente freno al desarrollo de la ciencia española. Se inició con ella una seria dispersión de los científicos españoles, que en muchos casos nunca volvieron y en otros lo hicieron sólo en los últimos años de la dictadura. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad fueron los depositarios de la ciencia y la tecnología española, pero durante todo este largo tiempo no hubo recursos ni iniciativas que la llevaran de nuevo al plano internacional.

El cambio provocado por la Ley de la Ciencia de 1986

Siguiendo con la tradición de siglos, la transición política iniciada en 1975 no tuvo tempranas inquietudes para la ciencia y la tecnología. Tuvieron que pasar once años para que se concretara un primer interés. Después de varios intentos, en abril de 1986 se promulgaba la llamada Ley de la Ciencia, que supuso un cambio radical en la forma como la Administración española se enfrentaba a la cuestión de la Ciencia y la Tecnología. El principal mérito de dicha Ley ha sido conseguir que desde su promulgación, año tras año, los Presupuestos Generales del Estado hayan incluido partidas destinadas a la generación de ciencia y tecnología. No son todavía grandes cantidades, pero se han mantenido a lo largo de estos años con tasas de crecimiento que reflejan no sólo la situación económica sino también el interés que en cada momento ha manifestado el Gobierno por las cuestiones tecnológicas, como refleja el Gráfico I.

GRÁFICO I. EVOLUCIÓN DE LAS CANTIDADES ASIGNADAS EN LOS PRESUPUESTOS GENERALES DEL ESTADO A LAS PARTIDAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

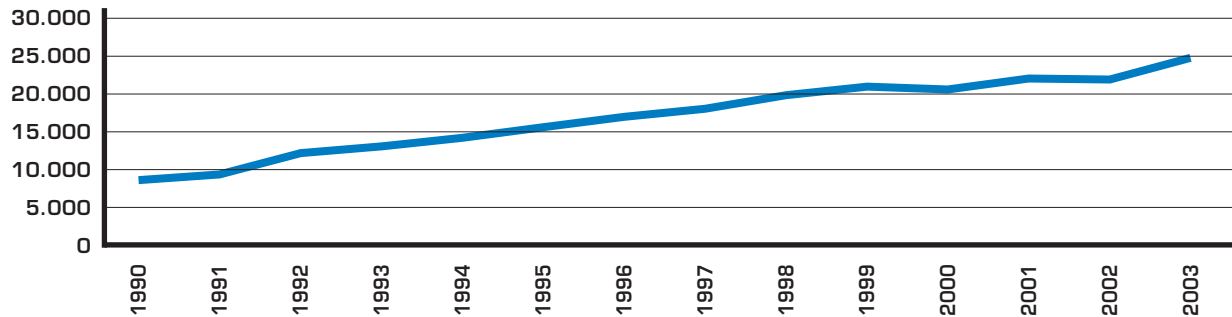


Fuente: Elaboración propia a partir de los Presupuestos Generales del Estado (varios años)

La Ley también hizo posible la creación de la llamada Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), que estableció un sistema de evaluación por pares para las propuestas de proyectos de investigación que competían por estos fondos. Sin duda, el trabajo de esta agencia ha sido determinante para la favorable

evolución que ha tenido la producción científica española. Actualmente, los artículos españoles representan el 3% de los publicados en revistas científicas de prestigio mundial. Este porcentaje es un punto superior al de nuestro PIB en el contexto global, tal como se aprecia en el Gráfico II.

GRÁFICO II. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ESPAÑOLA (SCI-SCIENCE CITATION INDEX), 1999-2003, EN REVISTAS INTERNACIONALES (número de documentos)



Fuente: CINDOC (Centro de Información y Documentación Científica), 2004

La Ley de la Ciencia también ordenó el panorama científico español. Gracias a ella se establecieron métodos para la planificación de la actividad científica y para su coordinación. El Plan Nacional de I+D se convirtió en el principal instrumento de política científica y tecnológica, que debía ser manejado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), ambos creados por aquella Ley. El artículo 11 de Ley de Reforma Universitaria de 1983 y el posterior Reglamento de Retribuciones del Profesorado Universitario de 1989 hicieron posible por primera vez una cierta estabilización del colectivo investigador universitario español. De esta manera, cuenta ahora España con un sistema de ciencia y tecnología estructurado y comparable con los de los países de su entorno, aunque como se verá más adelante de una dimensión excesivamente reducida. Sin embargo, las ideas de moda en aquella época y en las que se basó la redacción de la Ley de la Ciencia, perderían credibilidad muy pocos años después. En el año 1982 salió publicado el artículo de Nathan Rosenberg titulado *¿Cuán exógena es la ciencia?*, que empezó a erosionar la fe que se profesaba en lo que hoy llamamos el modelo lineal de innovación tecnológica, que sustentaba aquella Ley.

Siguiendo lo que era ortodoxo en aquella época, su principal preocupación fue impulsar la existencia de un sistema científico, una obvia necesidad para la España de entonces, pero olvidaba todo el proceso de conversión en productos o servicios del conocimiento científico que pudiera ser creado o asimilado en los laboratorios españoles. La Ley no atendía más que a una parte, sin duda muy importante, del proceso de innovación tecnológica: según aquel modelo, era suficiente crear conocimiento científico, ya que se confiaba en que el tejido

productivo sería capaz de aprovecharlo. Lo que había puesto en evidencia Rosenberg era que en un sistema eficaz de innovación tecnológica era necesario estimular la presentación de los problemas tecnológicos de las empresas a los investigadores y traducir la ciencia en tecnología capaz de resolver estos problemas dentro del propio contexto empresarial, frecuentemente de bajo nivel tecnológico. En consecuencia, la Ley no había previsto de forma específica la necesidad de estimular la transferencia de tecnología ni ninguno de los mecanismos e instrumentos que posteriormente y con cierta dificultad se han ido creando.

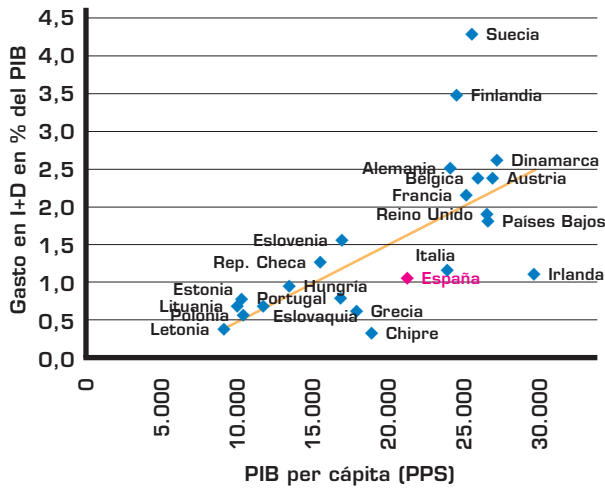
Los centros tecnológicos, los parques científicos y muchas otras infraestructuras de soporte a la innovación no eran consideradas en la Ley y tampoco el mérito que para las carreras de los investigadores públicos tiene el difícil trabajo de transferir conocimiento tecnológico a un sistema productivo tradicional y con ventajas competitivas que sólo muy recientemente han comenzado a basarse también en la tecnología. La Ley de la Ciencia ha sido capaz de crear por primera vez en la historia de España un sistema científico con peso en el mundo, un paso fundamental pero insuficiente para que sea capaz de contribuir al incremento de riqueza y bienestar de los españoles.

Las cifras actuales y el reto del futuro inmediato

En las comparaciones internacionales, el indicador más utilizado para sintetizar la capacidad científica y tecnológica de los países es su gasto en I+D, expresado en porcentaje de su PIB. Se trata sólo de uno de los

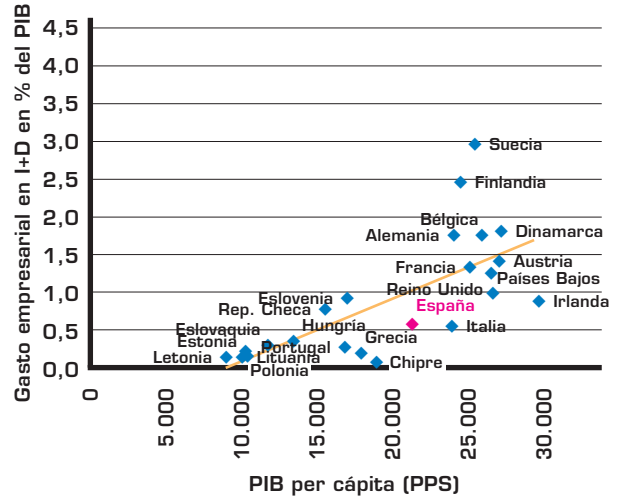


GRÁFICO III. EL GASTO EN I+D Y EL PIB PER CÁPITA DE LOS PAÍSES DE LA UE-25 (2003)



Nota: Datos para Luxemburgo y Malta no disponibles
Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat (2005)

GRÁFICO IV. EL GASTO EN I+D EMPRESARIAL Y EL PIB PER CÁPITA DE LOS PAÍSES DE LA UE-25 (2003)



Nota: Datos para Luxemburgo y Malta no disponibles
Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat (2005)

“El aumento del gasto español en I+D ha sido importante desde la mitad de la pasada década”

indicadores de aportaciones a los sistemas nacionales de innovación (*inputs*), pero avalan su utilización tanto su extraordinaria correlación con los resultados en ciencia y tecnología y con el grado de bienestar como el hecho de que sea fruto de unas estadísticas que, desde hace más de treinta años, realizan regularmente los países de la OCDE.

El Gráfico III muestra el valor en el año 2003 de este indicador para los países de la Europa de los 25 (UE-25) y lo relaciona con su PIB per cápita.

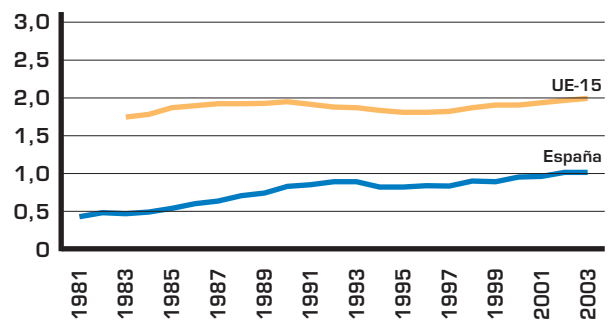
Una primera conclusión que se obtiene del Gráfico III es que España gasta en I+D sensiblemente menos que lo que le corresponde por su nivel de renta. Puede reflejar que su desarrollo se ha basado en modelos económicos que han recurrido a la ciencia y a la tecnología con menos intensidad que otros, pero lo que expresa claramente es que nuestro sistema de innovación es proporcionalmente más pequeño que lo que podría esperarse de nuestra situación económica. La contribución empresarial al gasto de I+D debería dar una idea más clara de la importancia económica de esta actividad, porque es lógico suponer que la aplicación de estos recursos estará encaminada a la obtención de productos o servicios. El Gráfico IV muestra también su comparación internacional.

Por parte de España, la evolución de la dedicación de recursos en términos de PIB muestra una convergencia con la Unión Europea, aunque todavía se está lejos de alcanzarla, como muestra el Gráfico V. Pero por

haber sido el crecimiento del PIB español mayor que el europeo en los últimos años, da una mejor idea del esfuerzo realizado por España la curva del gasto en moneda corriente, recogido en el Gráfico VI.

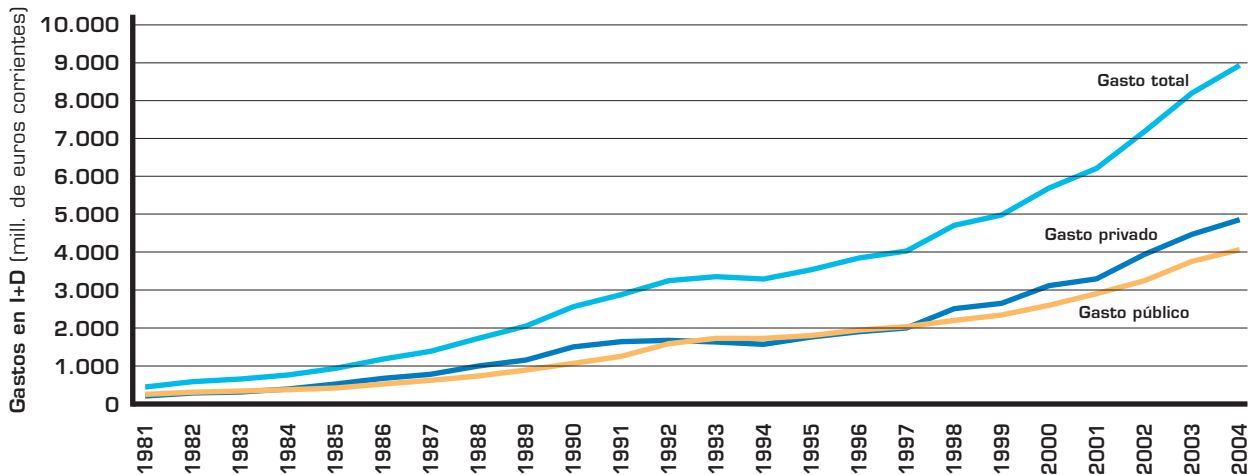
El aumento del gasto español en I+D ha sido importante desde la mitad de la pasada década, tanto el ejecutado en las empresas como en las universidades y en los centros públicos, como muestra el Gráfico 6. La tasa de crecimiento pasa del 10% anual acumulativo, superando lo que ha sido habitual en el entorno europeo, norteamericano o japonés. Según un reciente informe de la consultora Booz, Allen y Hamilton (Jaruzelski et al., 2005), resultado de una encuesta mundial a 1.000 empresas, que podrían suponer entre el 60 y el 80% del gasto mundial, la tasa de crecimiento entre los años 1999 y 2004 del gasto en I+D de estas empresas ha sido

GRÁFICO V. EVOLUCIÓN DEL GASTO TOTAL EN I+D EN TÉRMINOS DE PIB PER CÁPITA PARA ESPAÑA Y PARA LA MEDIA DE LA UE-15



Fuente: Oficina Económica del Presidente (2005)

GRÁFICO VI. EVOLUCIÓN DEL GASTO ESPAÑOL EN I+D EN MONEDA CORRIENTE, SEGÚN SUS AGENTES



Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística, *INE* (varios años)

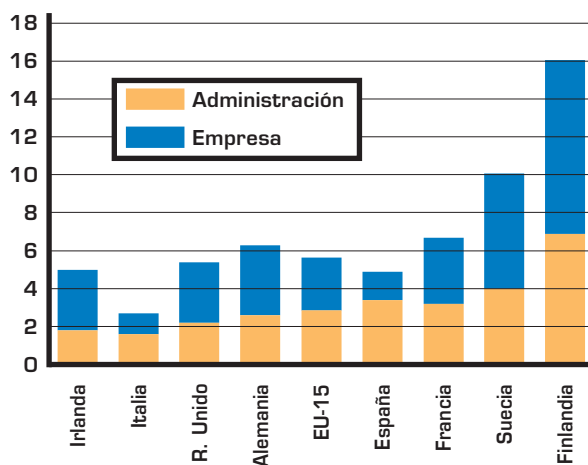
para la media mundial del 6,5%, que debe compararse con el 14% de España. Es verdad que el crecimiento de las empresas de la muestra es muy dispar por regiones. Las americanas han crecido a un ritmo anual del 6,6%, las europeas al 6,2 % y las japonesas al 4,8%. Las de China e India lo han hecho al 21,1% y las del resto del mundo a la elevada tasa del 36,7%. Estas cifras no dejan de evidenciar que la preocupación por la generación de ciencia y tecnología es grande en todo el mundo y que España está actuando en consonancia, aunque para llegar a la media europea debería hacerlo todavía con mayor intensidad, según se deduce del Gráfico V.

El potencial científico y tecnológico de un país se mide realmente por su personal investigador y por los recursos

que tienen a su disposición. En términos relativos la situación española no puede ser distinta de la que se viene mostrando con los datos hasta ahora citados. El Gráfico VII presenta el número de investigadores por cada 1.000 personas empleadas en algunos países de la Unión Europea, separados según desarrollen su trabajo en el sector privado o público.

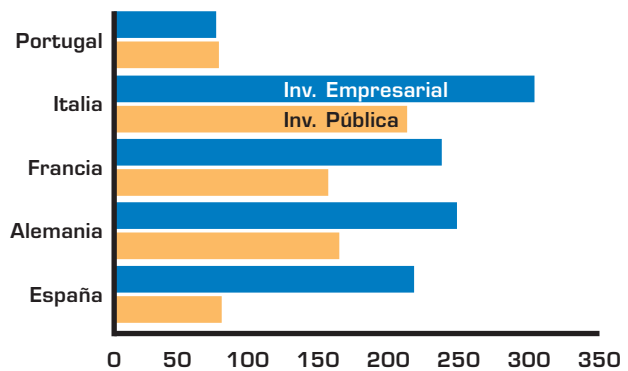
España cuenta con un número total de investigadores algo menor que la media europea, pero muchos menos que países como Alemania, Finlandia o Suecia. Pero la gran diferencia es que la mayoría de los investigadores españoles (un 69%) están trabajando en el sector público, cuando este porcentaje se invierte en los países más avanzados. Y la situación es mucho más grave porque,

GRÁFICO VII. INVESTIGADORES EN EDP (EQUIVALES A DEDICACIÓN PLENA) POR SECTORES EN VARIOS PAÍSES DE LA UE POR CADA 1.000 EMPLEADOS



Fuente: Elaboración propia a partir de *OCDE* y *Eurostat* (2005)

GRÁFICO VIII. GASTO EN MILES DE DÓLARES PPC (PARIDAD DE PODER DE COMPRA) POR INVESTIGADOR EN LOS SECTORES PRIVADO Y PÚBLICO EN DIFERENTES PAÍSES DE LA UE



Fuente: Elaboración propia a partir de *OCDE* y *Eurostat* (2005)

como muestra el Gráfico 8, los investigadores públicos españoles cuentan con muchos menos recursos que sus colegas europeos, aunque es verdad que el investigador empresarial español está razonablemente dotado.

Otra característica no positiva del sistema español de innovación es su poca homogeneidad geográfica, que queda puesta en evidencia en el Gráfico IX. Sólo cuatro comunidades superan el gasto medio en I+D medido en porcentaje de PIB, lo que lleva aparejada la misma dispersión en los restantes indicadores de sus sistemas regionales.

Así como los recursos dedicados a actividades de I+D son utilizados como un indicador que sintetiza la preocupación que un sistema económico siente por la ciencia, la tecnología y su conversión en una herramienta de competitividad, es habitual comparar el rendimiento de esta preocupación, también de forma sintética y como una primera indicación, mediante la composición de las exportaciones de la economía en cuestión. Aquellas economías que exportan en mayor proporción productos de alta tecnología serán supuestamente las que dediquen mayores recursos a I+D y obtengan mayores

“La gran diferencia es que la mayoría de los investigadores españoles (un 69%) están trabajando en el sector público”

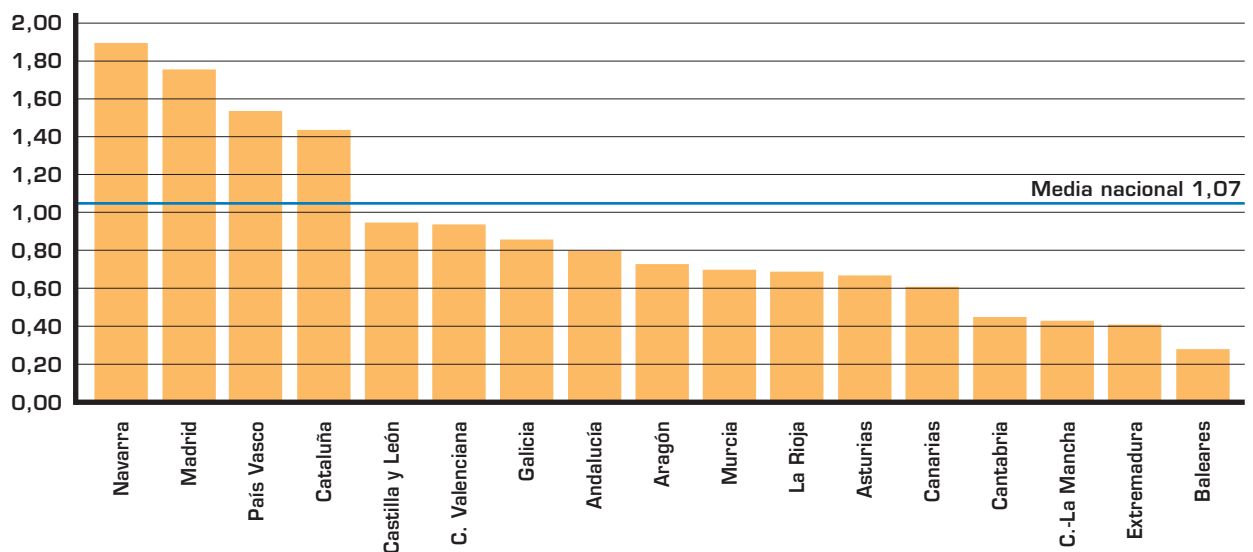
ventajas de ellos. Frente a la UE, el comportamiento de España vendría reflejado por el Gráfico 10. Las exportaciones españolas superarían las proporciones del conjunto de los antiguos 15 países de la Unión en baja, media-baja y media-alta tecnología a costa de una significativa diferencia negativa

en los de alta tecnología. Un resultado que estaría en consonancia con todo lo dicho hasta aquí.

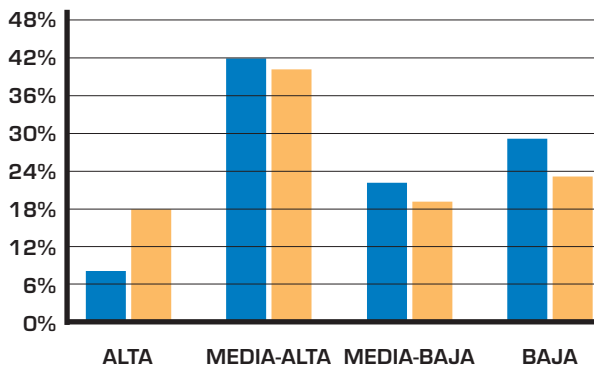
Otro indicador de resultados (*output*) del sistema de innovación utilizado con frecuencia es el número de patentes solicitadas anualmente. España, con menos de tres mil solicitudes al año, es uno de los países menos eficientes en esta cuestión. A la pequeña dimensión del propio sistema se une una estructura productiva que, como ya se ha visto, está compuesta por empresas dedicadas a sectores de baja y media tecnología, que son además de pequeña dimensión, donde tiene menos valor la protección que aporta la patente.

España tampoco sale mejor evaluada en los indicadores que pretenden medir su capacidad innovadora. Son indicadores todavía experimentales y basados en datos mucho menos fiables que los ya citados para la evaluación de la actividad investigadora. En el ámbito europeo, se ha repetido por quinta vez el llamado *European Innovation Scoreboard* (EIS), que genera un índice sintético sobre la base de 22 indicadores parciales agrupados en cuatro categorías, que pretenden reflejar para cada país la disponibilidad de recursos humanos para la innovación, la producción de nuevos conocimientos, la transmisión y aplicación de conocimiento y, por último, la situación de la financiación de la innovación, de los resultados y de los mercados en cada país. Año tras año, este índice demuestra que España está ligeramente retrasada en innovación respecto a la media europea y su tendencia de evolución ha sido considerada en la mayoría de ocasiones positiva, aunque la capacidad de predicción de este índice es bastante dudosa para estimar evoluciones porque no utiliza valores de los indicadores siempre correspondientes al año de evaluación.

GRÁFICO IX. GASTO TOTAL REGIONAL EN I+D MEDIDO EN TÉRMINOS DE PIB, Y SU COMPARACIÓN CON LA MEDIA NACIONAL



Fuente: INE (2004)

FIGURA X. ESTRUCTURA DE LAS EXPORTACIONES SEGÚN SU INTENSIDAD TECNOLÓGICA

Fuente: Oficina Económica del Presidente (2005)

A modo de conclusión, puede decirse que el principal defecto del sistema español de innovación, cuando se le somete a una comparación internacional, es su pequeño tamaño, y que su principal disfunción es el poco peso empresarial en las actividades de investigación. Pero esto exige un análisis más detallado. Por una parte, como ya se ha comentado, la producción científica española es razonablemente buena y esto coincide con un número aceptable de investigadores en el sector público que cuentan con escasos recursos, pero que deben ser suficientes para financiar la producción de ciencia, en su conjunto mucho más barata que la producción de tecnología. Cuando se escalan las cifras de exportación de productos de alta tecnología con el gasto en I+D no existen grandes diferencias entre los resultados por euro gastado con el que obtienen otros países europeos, incluso en algunos casos el balance es claramente favorable a España. Algo parecido ocurre con las exportaciones de bienes de equipo, que son siempre exigentes en tecnología. Todo esto, junto con la conocida existencia de empresas españolas que compiten con éxito en mercados tecnológicos permite tener la esperanza de que el sistema español de innovación, dentro de su reducido tamaño, sea eficiente. Seguramente es cierto que durante los años transcurridos desde la entrada en vigor de la Ley de la Ciencia se ha conseguido crear un pequeño sistema que implica a muy pocas empresas, a un número razonable de investigadores públicos poco dedicados a transferir conocimiento y a una Administración que gestiona con cierta eficacia los recursos que destina a la investigación pública. Pero este sistema no ha sido capaz de crear un entorno que consiga estimular la actividad innovadora de una parte significativa del tejido productivo. Si esto fuera así, el país estaría preparado para una expansión de su sistema de innovación, porque se habría adquirido ya la habilidad para gestionar este importante recurso para toda economía moderna.

Referencias bibliográficas

COTEC (2004) *El sistema español de innovación. Situación en 2004*. Cotec.

COTEC (2005) *Informe Cotec 2005. Tecnología e innovación en España*. Cotec.

EUROPEAN COMMISSION (2005) *European Innovation Scoreboard 2005. Comparative analysis of innovation performance*. <http://trendchart.cordis.lu/scoreboards/scoreboard2005/pdf/EIS%202005.pdf>

INE (2005) *Estadísticas sobre actividades de I+D*. <http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft14%2Fp057&O=inebase&N=&L=>

INE (2005b) *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*. <http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft14%2Fp061&O=inebase&N=&L=>

JARUZELSKI, Barry et al. (2005) *The Booz Allen Hamilton Global Innovation 1.000: Money isn't every thing*. *Strategy + business* 41.

MOKYR, Joel (1990) *The lever of riches. Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford University Press.

NADAL, Jordi et al. (1988) *España, 200 años de tecnología*. MINER

OFICINA ECONÓMICA DEL PRESIDENTE (2005) *Convergencia y empleo. Programa Nacional de Reformas de España*. Ministerio de la Presidencia.

ROSENBERG, Nathan (1982) *Inside the black box: technology and economics*. Syndicate of the Press of the University of Cambridge.

SÁNCHEZ-RON, José Manuel (1999) *Cinco, martillo y piedra. Historia de la ciencia en España (siglos XIX y XX)*. Taurus.



ANEXOS

