PROYECCIÓN INTERNACIONAL DE LA CIENCIA ESPAÑOLA

Luis M. Plaza y María Bordons

El objetivo de esta aportación al Anuario del Instituto Cervantes es el de contribuir a la reflexión y al debate sobre la proyección internacional de la ciencia española. Al Instituto Cervantes y a todos aquellos que participamos del interés por difundir y promover la lengua española a escala mundial nos mueve el mismo ideal por que nuestra cultura alcance la máxima difusión internacional y logre recabar el máximo interés y reconocimiento. En este marco de actividades, la ciencia española no puede quedar relegada a un segundo plano sino que, por el contrario, debe ser considerada uno de los principales componentes a la hora de diseñar y poner en práctica iniciativas de promoción de nuestro acervo cultural.

Introducción

La ciencia española, entendida como aquella generada en España y a la que han contribuido y contribuyen generaciones de científicos españoles, es uno de los componentes más desconocidos de nuestra historia y de nuestra cultura. La proyección, tanto dentro como fuera de España, de la que goza la literatura española, la música, la pintura, la arquitectura y otras formas igualmente visibles de nuestras expresiones artísticas y culturales y de nuestro patrimonio natural, no ha incluido de igual manera a nuestra ciencia. Las causas de este fenómeno son varias y, aunque no es el objetivo de esta contribución analizar los distintos factores causales, no sería prudente dejar de señalar la tradicional ausencia de una verdadera cultura científica en nuestro país. La insuficiente atención dedicada por el poder político y económico a la ciencia en la España de los siglos XIX y XX ha sido objeto de rigurosos análisis por parte de numerosos historiadores. Los avatares políticos y sociales de la España posterior a la Ilustración y una aparentemente crónica falta de percepción de los beneficios sociales y económicos derivados de la investigación científica han puesto, durante un largo periodo de tiempo, a nuestro país en una situación claramente desfavorable respecto a otros países de nuestro entorno, incluso respecto a aquellos con una fuerza laboral y una economía equiparables a la nuestra. Afortunadamente en la actualidad la ciencia española ha logrado superar algunos de los más desfavorables indicadores de desarrollo, tanto cuantitativos como cualitativos, pero, pese a los logros alcanzados, los beneficios de la investigación científica española sobre la sociedad, la economía y el medio ambiente están aún lejos del óptimo deseable (López Cerezo y Sánchez Ron, 2001). La transferencia de conocimientos desde los laboratorios de investigación a los sectores productivos y al terreno de lo social no es todavía un objetivo plenamente alcanzado y, de hecho, en algunos sectores, pese al notable esfuerzo en investigación, no todos los resultados obtenidos contribuyen eficazmente al bienestar de nuestra sociedad (COTEC, 2004). Como lógica consecuencia de este conjunto de factores, la percepción social que en España se tiene, tanto de la investigación científica como de los desarrollos de la tecnología, es más débil e imprecisa que en otros países de nuestro entorno (AECYA, 2004).

Ahora bien, ¿qué cabe preguntarse acerca de la proyección internacional de la ciencia española? ¿Podríamos asegurar que nuestra ciencia tiene una escasa repercusión internacional? ¿Podemos asegurar que es débil o nulamente percibida por la sociedad o por los sectores económicos fuera de nuestras fronteras? En esta contribución trataremos de dar las claves para intentar responder a estas cuestiones. Desde luego, lo que sí podemos afirmar es que, en consonancia con la escasa percepción y proyección de la ciencia en nuestro propio país, los esfuerzos realizados por dar a conocer y proyectar la labor de nuestros científicos en el exterior han sido claramente insuficientes.

Consideraciones sobre el análisis de la internacionalización de la ciencia

Para el lector no familiarizado con estas cuestiones, conviene precisar que actualmente no se dispone de unos estándares universalmente aceptados que permitan cuantificar el grado de proyección internacional de la ciencia generada en un país. Sí existen numerosos indicadores y métodos de estudio del desarrollo científico, tecnológico, industrial, económico o social. Así como en el ámbito de lo económico podemos considerar numerosos indicadores estándar que hacen referencia a parámetros tales como la balanza de pagos tecnológicos, la deuda exterior y un largo etcétera que nos permiten determinar situaciones de liderazgo o dependencia, en el ámbito de la ciencia, estas en variables de «proyección internacional» no han sido aún clara ni universalmente establecidas.

Actualmente, en el ámbito científico se están realizando estudios encaminados a definir conceptualmente la «internacionalización de la ciencia», a determinar los parámetros e indicadores adecuados a cada una de las variables y a establecer los mecanismos e instrumentos de análisis y de interpretación de los resultados de las posibles aproximaciones a realizar. Como resultado de dichos estudios se llegará a la identificación de elementos y casos a investigar y a las lógicas propuestas de aplicación de metodologías a casos nacionales concretos. Este mecanismo dará paso en un futuro al establecimiento de unos estándares de amplio reconocimiento.

El *Manual de Frascati*, un referente para los análisis de los sistemas nacionales de I+D, no contempla adecuadamente la proyección internacional de la investigación. La última edición de este manual sólo tiene en cuenta el proceso de internacionalización al sugerir un desglose más detallado de las fuentes de los fondos de I+D y señala la necesidad de desarrollar nuevos indicadores (OCDE, 2002). Por su parte, la National Science Foundation de Estados Unidos también está empezando a tener en cuenta estas variables. Puede afirmarse que actualmente la explotación de datos bibliométricos a partir de información obtenida mediante la consulta de bases de datos de bibliografía científica es una de las herramientas más útiles para cuantificar y, hasta cierto punto, valorar la dimensión internacional de la ciencia de un país, de una comunidad o de una institución dedicada a la investigación científica. Sin embargo, este tipo de aproximaciones no son una mera aplicación directa de los indicadores de coautoría de publicaciones científicas, sino que requieren poner en juego un conjunto de variables e implementar un complejo proceso de análisis para su correcta interpretación. Para ilustrar esta idea cabe poner como ejemplo que el hecho de que un país tenga un elevado porcentaje de sus publicaciones en colaboración con otro país líder en determinada disciplina científica es un indicador de internacionalización, pero puede estar poniendo de manifiesto una excesiva dependencia en este terreno.

Otras variables de proyección internacional de la ciencia tienen mucho que ver con la transferencia de alta y media tecnología, con la contratación de investigación a otros países, la prestación de servicios de contenido científico con alto valor añadido, la capacidad de acogida a investigadores y doctorandos extranjeros, etc.

En definitiva, la proyección internacional de la ciencia no es algo sobre lo que exista actualmente una cultura de análisis, ni a escala nacional ni supranacional. Por tanto, se requiere un gran esfuerzo previo de carácter conceptual, de definición de indicadores, de establecimiento de métodos para la correcta interpretación de los indicadores y de identificación de sujetos objeto de investigación futura. Sin embargo, a pesar de la falta de unos estándares y de un consenso internacional, actualmente es posible realizar algunas aproximaciones que permiten valorar con elevado

grado de fiabilidad algunos aspectos de la proyección internacional de la ciencia de un país y que, en conjunto, permiten obtener una visión panorámica de la situación.

Conviene distinguir que existen al menos dos formas de abordar este análisis. La primera es la estimación de la proyección internacional de la ciencia, en este caso española, entendida como una realidad cuantificable mediante parámetros objetivos (publicaciones de investigadores españoles en revistas científicas extranjeras, participación en programas y proyectos de investigación internacionales, participación en congresos internacionales, presencia en comités científicos internacionales, etc.) y otra la constituye la percepción y el impacto que, por ejemplo en la esfera social o en los sectores tecnológicos, se tiene en el exterior sobre nuestra ciencia.

En este estudio se abordan fundamentalmente los aspectos susceptibles de análisis mediante parámetros cuantitativos. Se comentan los principales objetivos e instrumentos definidos a escala política para incrementar cuantitativa y cualitativamente la proyección internacional de la ciencia española. En este sentido, el documento se refiere en primer lugar al Plan Nacional de I+D y a la participación española en grandes programas y redes internacionales. En segundo lugar, se comenta la importancia de la presencia española en comités y comisiones internacionales, y, en tercer lugar, se presentan datos de publicaciones y patentes que ilustran sobre el resultado científico y tecnológico de las actuaciones estratégicas antes descritas. Este estudio finaliza con una reflexión sobre el papel de los idiomas español e inglés en la difusión internacional de la ciencia española y sobre las posibles oportunidades de actuación que instituciones como el Instituto Cervantes pueden aprovechar para contribuir a la proyección internacional de la ciencia española.

La internacionalización de la ciencia española a través de programas y redes internacionales

La colaboración de los investigadores españoles con investigadores de otros países en el marco de programas y redes es un elemento esencial en la internacionalización de nuestra ciencia. Esta colaboración tiende a fomentarse hoy en día en la mayor parte de los países, porque algunos temas de investigación son tan complejos y amplios que necesitan para su desarrollo de la participación de equipos de distintos países con el fin de alcanzar una masa crítica de competencias y recursos.

El Plan Nacional de I+D y otros instrumentos para la internacionalización de la ciencia

En lo que se refiere a España, las autoridades responsables de la política científica nacional definen, a través del texto del Plan Nacional (PN) de I+D+I, los principales objetivos en esta materia. En concreto, el texto del Plan Nacional correspondiente al periodo 2004-2007 marca como objetivos «favorecer la participación en programas y organismos internacionales, en particular los europeos», y «aprovechar el contexto internacional para alcanzar mejor los objetivos científicos, tecnológicos, sectoriales y de interés público del Plan Nacional».

El Plan Nacional señala que la apertura de nuestro sistema de I+D a la colaboración científica internacional contribuye al desarrollo de nuestra excelencia científica, a mejorar la relevancia de nuestra ciencia y nuestra tecnología y a mejorar la competitividad de nuestras empresas, tanto en el mercado nacional como en el internacional. Otro aspecto de la proyección internacional de nuestro PN que merece ser destacado es el esfuerzo dedicado a contribuir a la mejora de las condiciones de vida de los países en vías de desarrollo. Este objetivo se aborda desde un esquema de cooperación entre el PN y el denominado Plan Director de Cooperación al Desarrollo, en el que se pretende buscar sinergias que permitan incrementar el impacto de ambas políticas.

Los ámbitos de la Europa comunitaria, Iberoamérica y el Mediterráneo son objeto de especial atención para nuestro sistema de I+D, y, además de las múltiples actuaciones con la Unión Europea, de hecho se han puesto en marcha distintos programas encaminados a fortalecer las relaciones bilaterales con países de Iberoamérica, como el Programa Araucaria, y el Programa Azahar en el caso de los países del Mediterráneo.

El PN contempla también medidas dedicadas a la proyección de nuestra ciencia y nuestra tecnología hacia países como Estados Unidos, Canadá, Rusia, Japón y China,

mediante la búsqueda de acuerdos y alianzas de los que tanto el sector público de I+D como nuestras empresas pueden beneficiarse. Por otra parte, el PN también señala entre sus intereses en materia de proyección internacional a los países que están experimentando un fuerte crecimiento económico, claramente asociado a un significativo desarrollo de la investigación científica y la tecnología, como es el caso de Corea del Sur, Turquía, Malasia, Brasil y México. La interacción con grupos de investigación y con empresas de base tecnológica de estos países puede resultar muy enriquecedora y contribuir, además, a la apertura de nuevos mercados.

Desde la perspectiva de la cooperación multilateral, los programas específicos para algunas de las áreas mencionadas, como CYTED, se complementan con otros programas de ámbito mundial, como son los que tienen como objeto científico el estudio y conservación de la biodiversidad, los dedicados al cambio climático y la desertificación, y el estudio del continente antártico. La participación española en los correspondientes programas se enmarca en convenios mundiales que cuentan con el apoyo de la ONU.

La internacionalización en el entorno europeo: las grandes instituciones y programas

En el contexto europeo se fomenta la colaboración para consolidar la posición de la comunidad científica europea, porque ningún país por sí mismo, y especialmente los más pequeños, pueden movilizar los recursos económicos e intelectuales necesarios para estar a la altura de la ciencia norteamericana o hacer frente al potencial investigador que comienza a emerger en los países asiáticos.

En la colaboración que se desarrolla dentro del entorno europeo desempeñan un importante papel diferentes organizaciones, como son la Comisión Europea, a través de sus Programas Marco; la European Science Foundation (ESF); organizaciones intergubernamentales de investigación y otras nacionales, muchas de las cuales forman parte de la ESF.

Grandes instituciones de I+D

La European Science Foundation (ESF) se creó hace treinta años para favorecer la colaboración entre los países europeos. Es una asociación de carácter no gubernamental constituida por consejos de investigación y entidades financiadoras del I+D. El objetivo fundamental de la ESF es potenciar la investigación científica básica en ciencias de la vida, biomedicina, ingeniería, ciencias sociales y humanidades. Actualmente cuenta con 76 organizaciones miembros, de un total de 29 países, entre los que se encuentra España. La ESF cubre la investigación en todas las áreas prevaleciendo el criterio de los investigadores frente a las necesidades sociales o políticas, lo cual la diferencia de los Programas Marco de la UE, que tienen un carácter más orientado (ESF, 2006).

España dispone actualmente de notables infraestructuras para la investigación y participa en un conjunto de grandes instalaciones de carácter internacional y en programas de organismos científicos internacionales. Así, nuestro país participa en la Agencia Europea del Espacio (ESA), el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN), la Organización Europea de Biología Molecular (EMBO), el Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL), la Instalación Europea de Radiación Sincrotrón (ESRF) y el Instituto Laue-Paul Langevin (ILL). En el ámbito de la astronomía, actualmente el Gobierno español está ultimando las gestiones encaminadas a la adhesión de España como miembro de pleno derecho al Observatorio Europeo Austral. Todas estas instalaciones se caracterizan por su elevado costo, pero también por la gran especialización de su equipo humano, que hace posible su funcionamiento. Aunque son conocidas por su contribución al avance de la investigación básica, también constituyen un importante elemento dinamizador del nivel tecnológico de la industria circundante (COSCE, 2005).

La Agencia Europea del Espacio (European Space Agency, ESA) es una organización que pretende desarrollar la cooperación en materia de investigación y tecnología del espacio, así como en el ámbito de las aplicaciones civiles de la investigación aeroespacial. Por medio de la ESA la industria española participa en importantes proyectos europeos, lo que le permite establecer alianzas estratégicas con otras empresas del sector y abrirse a los mercados internacionales. La ESA está formada por 17 estados miembros, entre los que se encuentra España.

En la ESA están empleados investigadores de cada uno de los países miembros. El número total de emplea-

dos actualmente es de unos 1.931, y España, con 136 empleados, representa el 7 %, valor muy próximo al de los Países Bajos (132 empleados) pero muy inferior a los de Francia (453), Alemania (363), Italia (344) y el Reino Unido (190). La contribución de España al presupuesto de la ESA desde 1993 hasta 2004, según datos del CDTI, ha pasado de los 76,5 millones de euros a los 111,2 millones de euros.

El Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN) fue fundado en 1954 y actualmente cuenta con 20 estados miembros, entre ellos España, los cuales comparten la financiación y la toma de decisiones. Aparte de los científicos de los estados miembros, científicos de 220 institutos y universidades de países no miembros usan sus instalaciones. De los países no miembros, 8 estados y organizaciones tienen la calidad de observadores y participan en las reuniones del consejo. Los países miembros son Austria, Bélgica, Bulgaria, la República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Italia, Holanda, Noruega, Polonia, Portugal, Eslovaquia, España, Suecia, Suiza y el Reino Unido. Los países y organizaciones en calidad de observadores son la India, Israel, Japón, Rusia, Turquía y Estados Unidos, así como la Unesco y la Comisión Europea.

Según datos del *CERN Human Resources: 2004 Report*, la contribución de España al presupuesto del CERN en 2004 fue del 7,5 %. Por encima de este valor se sitúan Alemania (21 %), el Reino Unido (17 %), Francia (16 %) e Italia (13 %).

En cuanto a las nacionalidades de los empleados en el CERN durante el periodo 1999-2003, España representa el 0,8 % del total, cifra muy alejada de la correspondiente a los países con mayores cuotas de participación económica, ya que Alemania, el Reino Unido, Francia e Italia participan con un 9 %, 12 %, 33 % y 11 % respectivamente.

En el campo de la Astronomía hay que señalar el Proyecto del Gran Telescopio de Canarias (Proyecto GRANTECAN, GTC), que es una iniciativa española, liderada por el Instituto de Astrofísica de Canarias con el decidido apoyo de la Administración del Estado y la Comunidad Autónoma canaria, y la participación de instituciones científicas de México y de Estados Unidos, y que permitirá llevar a cabo ambiciosos programas científicos.

El Programa Marco de la UE

El Programa Marco (PM) incluye una serie de acciones a nivel europeo para financiar y promover la investigación. Financia proyectos transnacionales, en los que participan grupos de distintos países miembros, y promueve la movilidad de investigadores entre distintos países, con el fin último de favorecer la cohesión dentro de la UE. El PM tiene por objeto contribuir a la creación del Espacio Europeo de Investigación (EEI), facilitando la integración y la coordinación de la investigación en Europa e intentando evitar la fragmentación. Entre los objetivos del VI Programa Marco (VI PM) se incluía fortalecer la competitividad de la economía europea, respondiendo a necesidades sociales y apoyando la convergencia de las políticas de investigación e innovación a los niveles nacional y comunitario.

El Programa Marco es una de las mayores fuentes de subvención públicas de la investigación en España, alcanzando un valor de 440 millones de euros en el año 2004. España ocupa el sexto lugar en Europa por retornos, siendo la prioridad de «Tecnologías para la Sociedad de la Información», con 100 millones de euros, la que ha producido un mayor retorno en dicho año.

En el VI Programa Marco, la financiación obtenida por España ha procedido principalmente de proyectos integrados (48 %) y en menor cuantía de proyectos específicos de investigación (25 %) y de las redes de excelencia (13 %). En este PM y hasta 2005 (véase la tabla 1), España ha partici-

Tabla 1
Participación de España en el VI Programa Marco

Instrumentos	Total	España	% total
Proyectos integrados	216	14	6,5
Proyectos específicos de investigación	567	14	2,5
Proyectos específicos de innovación	8	1	12,5
Programas de coordinación	131	9	6,9
Acciones específicas de financiación	330	17	13,0
Contratos de investigación con PYMES	110	14	12,7
Acciones Marie-Curie	72	2	2,8

Fuente: CDTI (http://www.cdti.es/webCDTI/esp/index.html/).

pado en 921 acciones (incluyendo Proyectos específicos de investigación, Proyectos integrados y Redes de Excelencia), de las cuales ha liderado 113.

Los proyectos de investigación financiados con cargo a los Programas Marco de la UE constituyen un importantísimo mecanismo de internacionalización de la ciencia española que promueven la integración de investigadores de instituciones públicas y de empresas bajo un esquema de cooperación internacional.

Participación española en redes y programas específicos de I+D

En cuanto a los programas concretos en los que España participa cabe mencionar los de la Agencia Espacial Europea, la Iniciativa Eureka, la Iniciativa de Cooperación Europea en el ámbito de la investigación científica y técnica (COST) y los Programas Europeos de Investigación Colaborativa (EUROCORES), desarrollados en la European Science Foundation.

La Acción COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research) es la principal red europea de colaboración científica y tecnológica, y constituye un mecanismo especialmente útil para la integración científica de los países candidatos o de reciente incorporación a la Unión Europea. COST hace posible la coordinación y los intercambios entre investigadores y grupos de investigación financiados por los países signatarios (actualmente 35), y constituye una herramienta de apoyo a las actividades de investigación, tanto básica como aplicada, que realizan nuestros investigadores y para establecer nuevas alianzas con investigadores de los nuevos países miembros de la UE.

Existen otras iniciativas que permiten el establecimiento de contactos y redes de cooperación, tanto a nivel europeo como mundial. Una aproximación a la implicación española en este esquema de internacionalización se puede abordar mediante el análisis de la presencia de nuestro país en las redes científicas establecidas en el marco de la European Science Foundation. En concreto, las redes científicas de la ESF se enmarcan en cinco ámbitos disciplinares; Ciencias Físicas e Ingeniería, Medicina, Ciencias de la Vida, de la Tierra y del Medio Ambiente, Ciencias Sociales y Humanidades. Las fuentes consultadas para este estudio han permitido identificar un total de 21 redes científicas, y España participa al menos en cinco de ellas: Statistical Analysis of Complex Data with Robust and Related Statistical Methods (SCAD), Network on Myelin Structure and its Role in Autoinmunity (MARIE), Partenogenesis Network (PARTNER), Cities as International and Transnational Actors: history, current dynamics and future role (CITTA), e Identity and Sociopolitical Participation (ISPP).

En el ámbito tecnológico hay que nombrar el Programa Eureka de cooperación tecnológica que busca impulsar la competitividad de las empresas europeas a través de la realización conjunta de proyectos de desarrollo tecnológico aplicado. Existe el Programa Iberoeka, de apoyo a la cooperación tecnológica empresarial con Iberoamérica.

Finalmente, debe mencionarse el importante papel desempeñado por las redes de excelencia dentro del VI PM. Dichas redes surgen como instrumento para fortalecer la excelencia científica y tecnológica en determinados temas, integrar los recursos y capacidades científicas dispersas geográficamente, evitar la fragmentación y contribuir, en última instancia, a facilitar el liderazgo europeo en esos temas.

La cooperación científica española con Iberoamérica

Por razones obvias, la cooperación con Iberoamérica ha sido siempre objeto de especial atención por la política científica y cultural española, habiéndose analizado periódicamente desde perspectivas históricas y socioeconómicas (Acosta *et al.*, 2003).

España promueve y participa en diversas iniciativas de cooperación científica y tecnológica con Iberoamérica a través de programas específicos y con el concurso de diferentes instituciones con vocación internacional. En el marco del Plan Nacional de I+D+I 2004-2007, el Programa Nacional de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología establece unas prioridades geográficas de distintos niveles, cuya finalidad es la de fortalecer la cooperación con los países desarrollados y emergentes e incrementar la calidad y el impacto de la cooperación científica y tecnológica para contribuir de una manera más efectiva a la mejora del nivel de vida de los países en desarrollo. Entre las

áreas geográficas de actuación preferente, tras los países de mayor desarrollo científico y tecnológico de Europa, y junto con Estados Unidos, Canadá y Japón, el PN señala en segundo lugar a los países iberoamericanos con economías emergentes (Argentina, Brasil, Chile y México) y, en tercer lugar, a los países iberoamericanos en desarrollo.

En principio, este programa no establece unas prioridades temáticas generales, si bien, lo que se pretende es que sirva de complemento de las actuaciones internacionales que se desarrollen en el marco de los programas de carácter temático contemplados en el PN. El Plan Nacional define numerosas modalidades de participación, siendo unas de las importantes las Acciones Integradas para la cooperación bilateral y la realización de proyectos de I+D+I en el marco de convenios bilaterales y multilaterales.

El Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), creado en 1984 mediante un Acuerdo Marco Interinstitucional firmado por 19 países de América Latina, España y Portugal, es un programa internacional de cooperación científica y tecnológica multilateral, con carácter horizontal y de ámbito iberoamericano. Su objetivo principal es el de contribuir al desarrollo armónico del área iberoamericana, estableciendo para tal fin mecanismos de cooperación entre grupos de investigación de centros públicos de I+D, universidades y empresas innovadoras de los países iberoamericanos, con el ánimo de alcanzar resultados científicos y tecnológicos transferibles a los sistemas productivos y a la sociedad.

El presupuesto del Programa CYTED responde a un modelo de cofinanciación por parte de los países participantes. El Gobierno español garantiza una aportación especialmente sustancial al presupuesto. Las aportaciones de los otros países se determinan en base a indicadores socioeconómicos, y a otros relacionados con actividades de I+D.

En el ámbito tecnológico ya mencionamos antes los Proyectos de Innovación Iberoeka, iniciados en 1991 como un instrumento de apoyo a la cooperación tecnológica empresarial en Iberoamérica, con el fin de fomentar la cooperación entre empresas en el campo de la investigación y el desarrollo tecnológico. En esta iniciativa participan España, Portugal y 19 países de América Latina.

Según información del Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), la inversión española en Iberoeka durante el periodo 1997-2003 ascendió a 256,25 millones de euros, pasando de 14,5 millones de euros en 1997 a 47,1 millones de euros en 2003. El número de proyectos realizados en ese mismo periodo ha sido de 298, pasando de los 20 iniciales a los 49 realizados el último año.

La Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) se creó en 1988 como órgano de gestión de la política española de cooperación internacional para la ayuda al desarrollo de los países que no han alcanzado su mismo nivel socioeconómico. La AECI es un organismo autónomo adscrito al Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación a través de la Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional. La agencia es responsable del diseño, ejecución y gestión de los proyectos y programas de cooperación para el desarrollo, bien directamente, mediante recursos propios, bien mediante la colaboración con otras entidades nacionales e internacionales y organizaciones no gubernamentales.

Para realizar esta labor la AECI dispone de una estructura exterior constituida por 36 Oficinas Técnicas de Cooperación, 12 Centros Culturales y 3 Centros de Formación, situados en los países donde lleva a cabo sus principales proyectos de cooperación.

La Agencia Española para la Cooperación Científica da soporte al Programa de Cooperación Científica con Iberoamérica MEC-MAE, el cual tiene como objetivo general promover la realización de actividades conjuntas en el marco de proyectos de investigación científica por parte de técnicos y científicos españoles e iberoamericanos, así como la transferencia de conocimientos mediante cursos de posgrado.

Otra plataforma para la cooperación científica entre España e Iberoamérica la constituye la Fundación Carolina. Ésta se crea en el año 2000 como una institución para la promoción de las relaciones culturales y la cooperación en los ámbitos educativos y científicos entre España y los países de la Comunidad Iberoamericana de Naciones, así como con otros países con los que existen vínculos históricos, culturales o geográficos especiales. Esta fundación desarrolla actividades en un marco de interacción con la AECI.

La Fundación Carolina es una institución singular en el sistema español de cooperación al desarrollo, así como en el marco de la Comunidad Iberoamericana de Naciones, en parte debido a la participación conjunta de agentes públicos y privados en sus órganos de gobierno, en la financiación y en sus actuaciones.

Para el logro de sus objetivos, la Fundación Carolina desarrolla cuatro programas; uno de ellos, el de Investigación, se realiza fundamentalmente a través del Centro de Estudios para América Latina y la Cooperación Internacional. El objetivo consiste en promover el conocimiento y animar el debate sobre la realidad de los países en desarrollo, en particular en el ámbito de Iberoamérica, realizar análisis y propuestas de resolución de los problemas existentes en esos países y suministrar información y conocimiento técnico especializado a los agentes e instituciones involucradas en temas propios de la política de desarrollo internacional.

Presencia española en comisiones y comités científicos internacionales

La existencia de investigadores o expertos españoles como miembros de pleno derecho en comisiones y comités científicos dedicados a tareas de asesoría científica, evaluación de la investigación, planificación del I+D u otros objetivos de interés en el mundo de la ciencia y la tecnología, supone, además de un indicador de excelencia científica y de capacidad de interacción a escala internacional, una garantía para asegurar la adecuada cobertura y defensa de los intereses de España en los correspondientes foros. Esta presencia española responde a veces a una planificación estratégica, pero en otras ocasiones es resultado de interacciones establecidas a través de instituciones científicas, redes u otros colectivos.

Es muy recomendable incrementar la presencia y participación de nuestros delegados y representantes en los foros científicos internacionales como los promovidos por la OCDE o la UE, con el fin de participar en los análisis y discusiones y maximizar los posibles beneficios para el sistema público español de I+D (AECYA, 2005).

En la actualidad, la OCDE lleva a cabo notables esfuerzos por recopilar información, reflexionar y discutir numerosas cuestiones relacionadas con la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Así, en el marco de actividades del Comité para Política Científica y Tecnológica, diversos grupos de expertos nacionales en indicadores de ciencia y tecnología están involucrados en distintas iniciativas que atañen a la investigación en áreas estratégicas tales como la biotecnología, y en las que, entre otras actividades, se aborda el establecimiento de definiciones y métodos estadísticos, el análisis de los mecanismos de fi-

Tabla 2
Número de expertos españoles en los comités asesores del VI Programa Marco

Grupo asesor	N.º total de expertos*	Expertos españoles	
		N.º	(%)
Aeronautics	20	1	5,0
Energy	24	3	12,5
Food Quality and Safety	29	1	3,4
Global Change and Ecosystems	16	1	6,3
Human Resources and Mobility	24	3	12,5
Life Sciences, Genomics and Biotechnology for Health	28	1	3,6
Information Society Technologies	31	2	6,5
Nanotechnologies and Nanosciences, Knowledge-based Multifunctional Materials and New Production Processes and Devices	31	2	6,5
Science and Society	20	1	5,0
Social Sciences and Humanities	17	0	0
Sustainable Surface Transport	19	1	5,3
Joint Space Strategy	76	4	5,3
Total	335	20	6,0

* Incluye a presidentes y vicepresidentes.

nanciación pública, la identificación de campos científicos de interés para el I+D, el impacto de los resultados de la investigación en los sectores sanitario y económico, las relaciones entre la investigación y la innovación industrial, etc.

En resumen, es esencial para nuestros intereses mantener y perfeccionar el flujo de información entre los grupos internacionales de trabajo y los responsables de nuestras políticas científicas, tecnológicas y sanitarias.

La presencia de expertos españoles en los Grupos Asesores o Evaluadores de los PM de la Comisión Europea es sin duda un importante indicador de la internacionalización de los investigadores españoles. A título de ejemplo, se muestran en las tablas 2 y 3 datos correspondientes al VI Programa Marco.

Tabla 3
Número de expertos españoles en comités evaluadores del VI Programa Marco en 2004

Área	N.º total de expertos	Expertos españoles	
		N.º	%
Life Sciences, Genomics and Biotechnology for Health	799	58	7,3
Information Society Technologies	341	29	8,5
Nanotechnologies and Nanosciences, Knowledge-based Multifunctional Materials and New Production Processes and Devices	499	42	8,4
Aeronautics and Space	191	15	7,9
Food Quality and Safety	242	19	7,9
Sustainable Development, Global Change and Ecosystems	478	33	6,9
Citizens and Governance in a Knowledge-based Society	161	8	5
Policy Support and Anticipating Scientific and Technological Needs	765	59	7,7
Horizontal Research Activities Involving SMEs, Research and Innovation	623	47	7,5
Specific Measures in Support of International Cooperation	198	12	6,1
Support for the Coordination of Activities	62	7	11,3
Human Resources and Mobility, Research Infrastructures	1.120	79	7,1
Science and Society	194	11	5,7
Euratom	43	1	2,3
Total	5.716	420	7,3

Como puede comprobarse, la participación española constituye un 6 %, cifra a todas luces escasa. Además, en estos Comités Asesores no consta ningún español en calidad de presidente o de vicepresidente.

Recientemente la Comisión Europea ha hecho pública la relación nominal de los veintidós miembros fundadores del nuevo Consejo Científico del European Research Council (Consejo de Investigación Europea), una institución que nace a propuesta de la comisión y cuenta con la cobertura del VII Programa Marco. Entre los veintidós miembros se incluyen dos españoles. Este consejo científico se crea como un organismo independiente con el objetivo fundamental de garantizar el fortalecimiento de la investigación científica básica en Europa.

Presencia española en comités de revistas científicas de gran difusión internacional

La presencia de investigadores españoles en comités editoriales y científicos de revistas de gran prestigio y difusión internacional constituye un instrumento imprescindible para defender los intereses de nuestra ciencia y, en concreto, contribuir al incremento del número de artículos de autores españoles en estos medios de comunicación. Conviene tener presente que un gran porcentaje de las revistas de mayor relieve en el sector editorial científico son editadas en Estados Unidos y que, en concreto, la base de datos de bibliografía científica en disciplinas experimentales Science Citation Index y sus equivalentes en Ciencias Sociales y Humanidades, Social Sciences Citation Index y Arts & Humanities Citation Index, respectivamente, muestran una presencia mayoritaria de revistas publicadas en países del área anglosajona, en su gran mayoría editadas en lengua inglesa.

Tabla 4
Revistas científicas de alto prestigio que cuentan con algún investigador español en sus comités editoriales

Título de la revista	Factor de impacto 2004
JAMA: Journal of the American Medical Association	24.831
The Lancet	21.713
Cancer Cell	18.122
Trend in Genetics	14.643
Journal of National Cancer Institute	13.856
The EMBO Journal	10.492
Hepatology	10.496
Journal of Clinical Oncology	9.835

Un análisis de los comités editoriales de las 100 revistas con mayor factor de impacto en el *Journal Citation Report (JCR)* del Institute for Scientific Information (ISI) en el año 2004 permite observar que sólo en 8 de las 100 revistas analizadas participaba algún investigador español en los comités editoriales o científicos (tabla 4).

Los datos mostrados en dicha tabla evidencian la urgente necesidad de promover la presencia de nuestros investigadores en este ámbito. Los miembros españoles en comités y consejos editoriales de revistas científicas extranjeras pueden ser «embajadores» de nuestra ciencia y actuar eficazmente como interfaz entre los investigadores españoles y la comunidad científica internacional.

La internacionalización a través de las publicaciones en revistas científicas

Los datos sobre los documentos publicados por un país en las revistas científicas de difusión internacional aportan una valiosa información sobre su actividad investigadora, ya que las publicaciones son el principal canal de difusión del nuevo conocimiento generado a través de la investigación. La publicación es una fase esencial del proceso investigador, porque permite la difusión del nuevo conocimiento, garantiza que los nuevos resultados han sido revisados y validados por la comunidad científica, y permite al investigador gozar de la prioridad de su descubrimiento y recibir el consiguiente reconocimiento por parte de otros investigadores.

A través de las publicaciones científicas, se observa una creciente proyección internacional de la ciencia española. Por un lado, asistimos a un continuado incremento del número de publicaciones de autores españoles en las principales revistas internacionales de todos los campos científicos. Además, se observa una creciente colaboración de nuestros investigadores con científicos extranjeros, que se constata en las publicaciones coautoradas entre España y otros países, y que indica la integración de nuestros investigadores en la comunidad científica internacional.

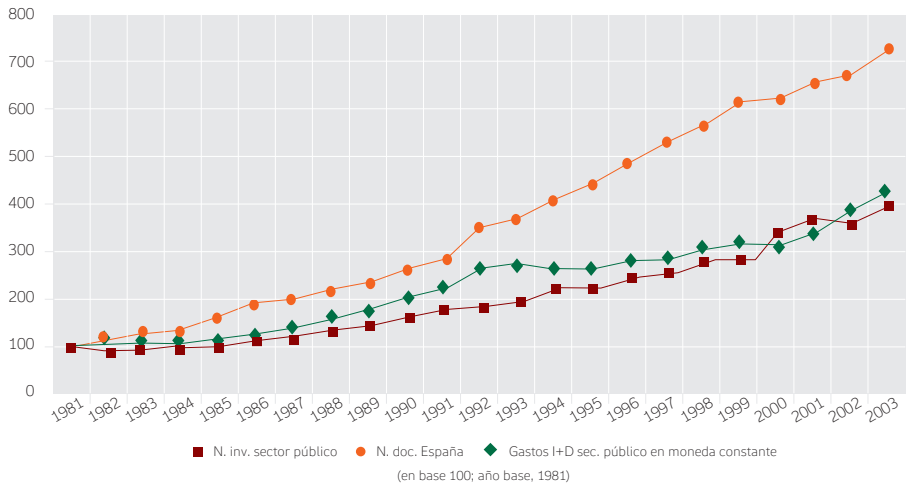
Las tendencias en el tiempo son muy claras. A principios de los años ochenta, los investigadores publicaban sobre todo en revistas españolas, de escasa difusión internacional, y utilizaban la lengua española como principal medio de comunicación. En las últimas dos décadas se ha observado una creciente orientación de los investigadores hacia revistas internacionales, imponiéndose el inglés como lengua científica y pasando en muchas disciplinas a segundo término las revistas españolas, sobre todo en las áreas de la investigación denominada «básica».

La contribución de España a la base de datos multidisciplinar Web of Science (WoS), que cubre más de 8.700 revistas de todas las áreas científicas seleccionadas por criterios de calidad y prestigio internacional, es un útil indicador del grado de internacionalización alcanzado por nuestro país. La aportación de los investigadores españoles al WoS a principios de los años ochenta ascendía a 3.382 documentos (el 0,7 % de las publicaciones de la base de datos), frente a los 24.737 documentos recogidos en 2003 (3,1 % de la base de datos). España es el segundo país de la UE que más ha crecido en dicho periodo, ha multiplicado su producción por un factor de 7, sólo superado por el crecimiento de Portugal, y seguido por Grecia, y a mayor distancia, Italia e Irlanda. En dicho periodo la producción mundial se ha multiplicado por 1,7 y la de la Unión Europea se ha duplicado.

Diversos factores han favorecido el proceso de internacionalización de la ciencia española. Por un lado, esta mayor participación española en la ciencia internacional se debe a un crecimiento del conjunto de la actividad in-

vestigadora de nuestro país, posible gracias a un incremento en los recursos humanos y económicos destinados a la investigación (Gómez *et al.*, 2006) (véase el gráfico 1). Pero, además, existe un cambio en las estrategias de publicación de los investigadores, cada vez más orientados a la esfera internacional. En dicho cambio intervienen factores intrínsecos y extrínsecos a la ciencia.

Gráfico 1. Publicaciones de España en el Web of Science, gastos en investigación del sector público en I+D e investigadores del sector



Entre los primeros, se puede mencionar que la ciencia es por definición internacional, y que su avance se realiza de forma colectiva, con participación de toda la comunidad científica por encima de fronteras geográficas. Es lógico, pues, que los investigadores busquen la mayor difusión posible de su investigación para hacerla accesible y contribuir al avance científico. Pero, además, intervienen factores extrínsecos, como son determinadas acciones llevadas a cabo por los gestores de la investigación que han contribuido a fomentar la orientación internacional de los investigadores, es el caso de los criterios de evaluación de la actividad científica de los investigadores españoles, establecidos por la CNEAI a principios de los años noventa en España, que valoran muy positivamente las publicaciones internacionales (Rey *et al.*, 1998; Jiménez Contreras *et al.*, 2003).

El proceso de internacionalización a través de las publicaciones

Obtener la máxima difusión y visibilidad para su investigación es la razón que mueve a los investigadores a publicar cada vez más en revistas internacionales (Van Raan, 1997; Zitt *et al.*, 1998). Esta transición parece producirse de forma paulatina, habiéndose descrito tres etapas consecutivas. En una primera etapa los investigadores aumentan su tendencia a publicar en revistas internacionales recogidas en las principales bases de datos bibliográficas, con el fin de aumentar la difusión de su investigación. Los datos disponibles sobre España muestran claramente esta evolución. Como ya se ha señalado, las publicaciones científicas de nuestro país recogidas en la base de datos WoS se han multiplicado por siete desde 1980 hasta 2003, mientras que en el mismo periodo se ha observado una tendencia decreciente en el número de publicaciones en revistas españolas recogidas en la base de datos Índice Español de Ciencia y Tecnología (ICYT), base de datos bibliográfica elaborada por el Centro de ínformación y Documentación Científica (CINDOC-CSIC), que recoge las principales revistas españolas en ciencia y tecnología.

En la segunda etapa los investigadores son más selectivos a la hora de elegir sus revistas de publicación; se decantan por revistas en lengua inglesa, puesto que obtienen mayor reconocimiento. Como consecuencia de esta orientación, el porcentaje de documentos en inglés recogidos por la base de datos Science Citation Index Expanded ha aumentado desde el 84 % en 1980 hasta el 96 % en 2000 (Bordons y Gómez, 2004). En nuestro país hemos presenciado cómo algunas revistas españolas introducían el inglés como lengua de publicación para aumentar su difusión y visibilidad (Bosch *et al.*, 2002).

Finalmente, el objetivo de la tercera etapa del proceso de internacionalización es publicar en las revistas de ma-

yor prestigio internacional, que en el caso de la base de datos WoS se identifican por su alto factor de impacto, indicador del número medio de citas que reciben los documentos publicados en las revistas. En los últimos años los investigadores españoles han aumentado su presencia en las mejores revistas de cada especialidad, hecho que se puede cuantificar a través del porcentaje de documentos que nuestro país publica en las revistas con mayor factor de impacto de cada disciplina.

El reconocimiento de la ciencia española

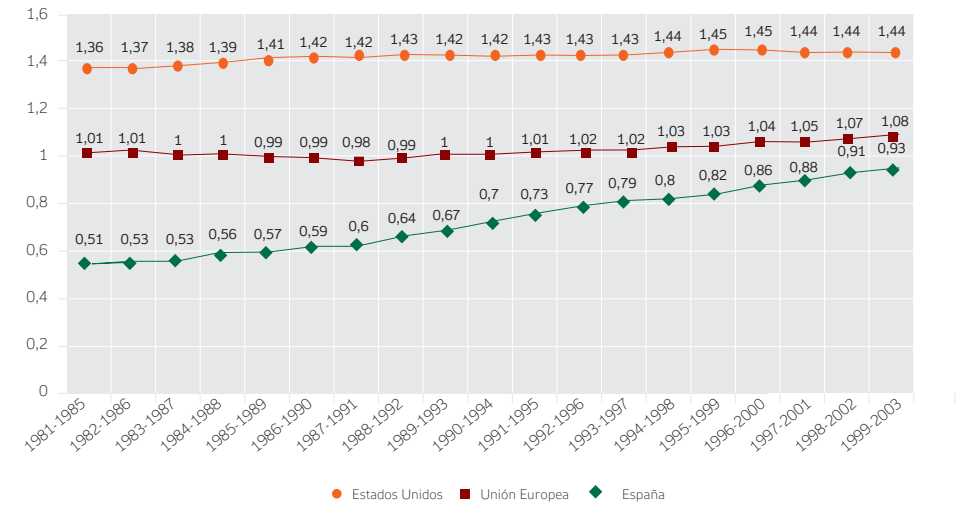
A pesar de la creciente presencia de la ciencia española en las principales revistas internacionales, el reconocimiento que reciben nuestros investigadores a través de citas todavía está por debajo del promedio descrito para el conjunto de la comunidad científica a escala mundial, lo que indica que nuestra ciencia todavía tiene que consolidar su posición en el entorno internacional. Lo cierto es que tanto el número medio de citas por documento como el porcentaje de documentos españoles que son citados se han incrementado de forma clara y decidida en los últimos años. El gráfico 2 muestra la evolución del número medio de citas por documento de Estados Unidos, la Unión Europea y España, relativizado respecto al número medio de citas por documento del total mundial (datos del WoS). El mayor impacto corresponde a las publicaciones de Estados Unidos, cuyas cifras superan en un 40 % el promedio mundial, mientras que la Unión Europea se sitúa en torno a dicho promedio. La evolución de nuestro país es muy llamativa: al principio de los años ochenta el impacto de su producción estaba un 50 % por debajo del promedio mundial, pero muestra una clara tendencia ascendente, alcanzando prácticamente dicho promedio en los años más recientes.

En el entorno de la UE de los quince, España ha pasado de ocupar el noveno puesto en 1980 al quinto puesto en 2003 por número de publicaciones, mientras que su posición por impacto es bastante más débil: ocupaba la última posición en 1980, y ha ascendido superando sólo a Portugal y Grecia, en los años más recientes. Los países que han experimentado un mayor incremento en su impacto desde 1981-1985 hasta 1999-2003 son España, Irlanda y Austria. Entre 1999 y 2003, todos los países de la UE muestran un impacto superior al promedio mundial, salvo Grecia, Portugal y España, estando el impacto de nuestro país muy próximo a este promedio.

Diferencias en la internacionalización por áreas temáticas

El grado de internacionalización de la ciencia varía de unas áreas temáticas a otras. Es máximo en las áreas más básicas de investigación, en las que la investigación tiene una clara orientación internacional y donde el inglés se ha impuesto como *lingua franca*, mientras que es mucho menor en las Ciencias Sociales y, especialmente, en las Humanidades, cuyos objetos de estudio tienen

Gráfico 2. Evolución del impacto relativo al mundo de Estados Unidos, la Unión Europea y España



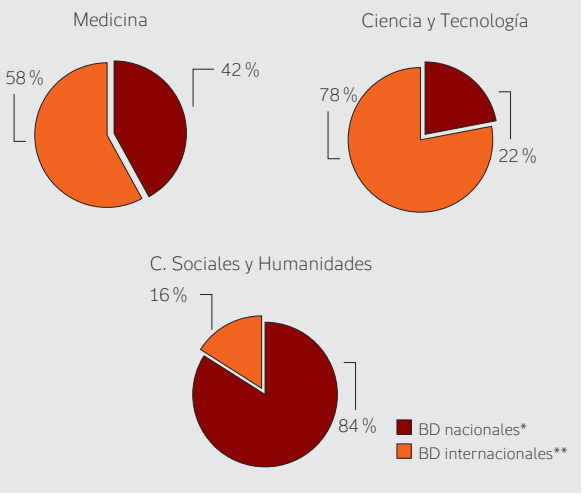
Fuente: *National Science Indicators. Thomson-ISI.*

muchas veces un interés local y en las que el idioma español sigue predominando para la comunicación de la ciencia.

El gráfico 3 muestra, a través de bases de datos nacionales e internacionales, la producción científica de España en tres áreas temáticas: Ciencia y Tecnología, Medicina y Ciencias Sociales y Humanidades. En esta última área el 84 % de las publicaciones españolas se difunden a través de revistas nacionales (recogidas en la base de datos ISOC, producida por el CINDOC-CSIC), mientras que en Medicina y en Ciencia y Tecnología predominan las publicaciones en revistas internacionales.

En lo que se refiere a la distribución de las publicaciones científicas de España en el WoS por disciplinas, la mayor producción se observa en Medicina Clínica (20 %) y Química (19 %). La comparación del perfil de actividad de España con el correspondiente al total mundial es interesante para detectar aquellas áreas en las que nuestro país está especializado, es decir, áreas científicas a las que nuestro país dedica un porcentaje de su producción superior al promedio mundial. El índice de especialización de España, que compara el porcentaje de documentos que el país produce en cada tema con el que se produce a escala mundial, indica que en el periodo 1999-2003 España muestra una alta especialización en Ciencias del Espacio, Agricultura, Matemáticas, Microbiología, Química y Biología Vegetal/Animal. En algunas disciplinas, nuestro país obtiene un impacto igual o superior al promedio mundial (corresponde a las barras claras en el gráfico 4), obteniéndose el mayor reconocimiento en Física, con un impacto un 20 % por encima del promedio mundial. La alta actividad relativa de España en Ciencias del Espacio se explica por la existencia de grandes instalaciones astronómicas, como las del Instituto de Astrofísica de Canarias, donde se encuentran situadas las instalaciones astronómicas más importantes del hemisferio norte (después de las de Hawai).

Gráfico 3
Orientación nacional e internacional de la producción científica española por áreas temáticas



* Bases de datos nacionales (BD nacionales): ICYT, ISOC, IME.
** Bases de datos internacionales (BD internacionales): SCI, SSCI y AHCI.
Fuente: CINDOC-CSIC. Datos del año 2002.

Producción científica fruto de la cooperación internacional

La creciente cooperación de los investigadores españoles con científicos de otros países es también un indicador de la integración de nuestros investigadores en la comunidad científica internacional. Entre los factores que favorecen esta cooperación se pueden mencionar la mayor interdisciplinariedad de la ciencia, la necesidad de complementar capacidades para abordar determinados temas, la necesidad de compartir grandes equipos, los avances en las tecnologías de la información y comunicación, la mayor movilidad de los investigadores o el reconocimiento de la eficacia y eficiencia de la cooperación para la mejora de la calidad, la aceleración de la innovación y la competitividad (Sebastián, 2004).

En el periodo 1996-2004, en el 33 % de los documentos españoles en el Science Citation Index, Social Sciences Citation Index y Arts & Humanities Citation Index participaba algún centro extranjero. Este porcentaje es muy similar al descrito para otros países de la Unión Europea, como Italia, el Reino Unido o Francia. Desde 1996 hasta 2004 la colaboración internacional de España se incrementó un 65 %, muy por encima del aumento observado para la colaboración nacional (45 %) y para los documentos firma-

dos por un solo centro (2 %) (véase el gráfico 5 de la página siguiente). El hecho de que se haya descrito una mayor visibilidad e impacto para las publicaciones realizadas en colaboración internacional parece indicar que este tipo de colaboración se asocia con investigación de mayor calidad y relevancia científica, y ha llevado a los gobiernos a tratar de fomentarla a través de distintos programas.

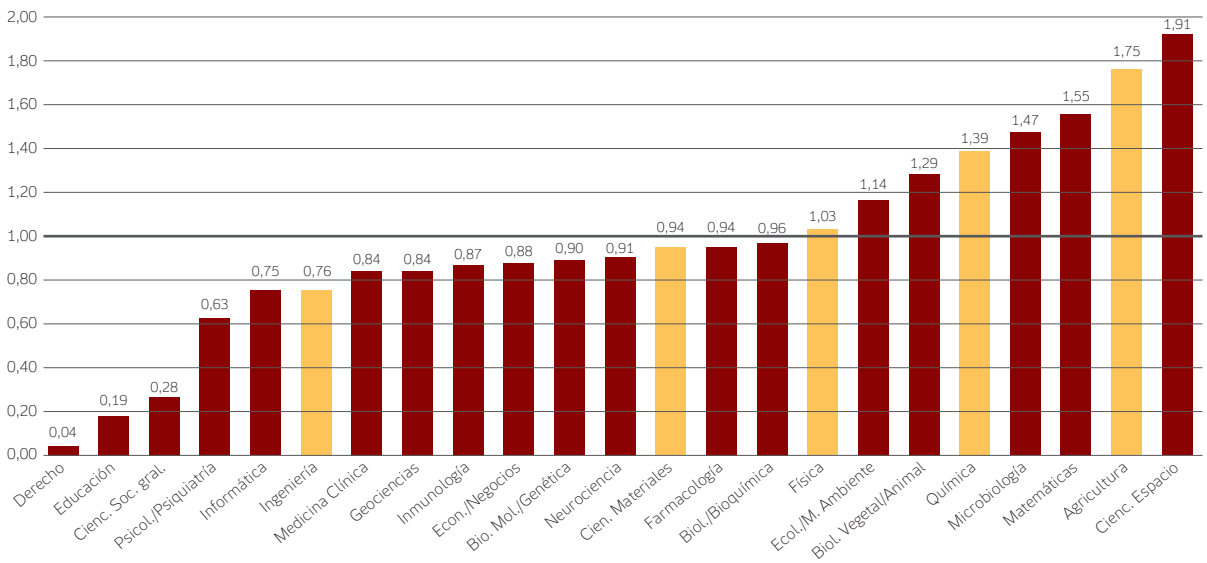
Los científicos españoles colaboran sobre todo con investigadores de la Unión Europea (61 % del total de los documentos en colaboración internacional) y América del Norte (30 %). Los países concretos con los que España colabora más son Estados Unidos (28 %), Francia (18 %), el Reino Unido (18 %), Alemania (14 %) e Italia (13 %). Entre los países iberoamericanos, destaca la colaboración con Argentina, México, Brasil (alrededor del 3 % cada uno) y Chile (2 %).

Es interesante señalar que existen importantes diferencias en la tasa de colaboración internacional de las distintas áreas temáticas. Esta colaboración alcanza sus valores mínimos en las Humanidades, en cuya investigación intervienen con frecuencia elementos culturales y lingüísticos, y es máxima en el área de Física, por la presencia de espacios supranacionales de investigación (por ejemplo, el CERN) y programas multilaterales que fomentan la colaboración internacional. El gráfico 6 muestra las diferencias de colaboración en la producción científica de España en el WoS.

La internacionalización a través de las patentes

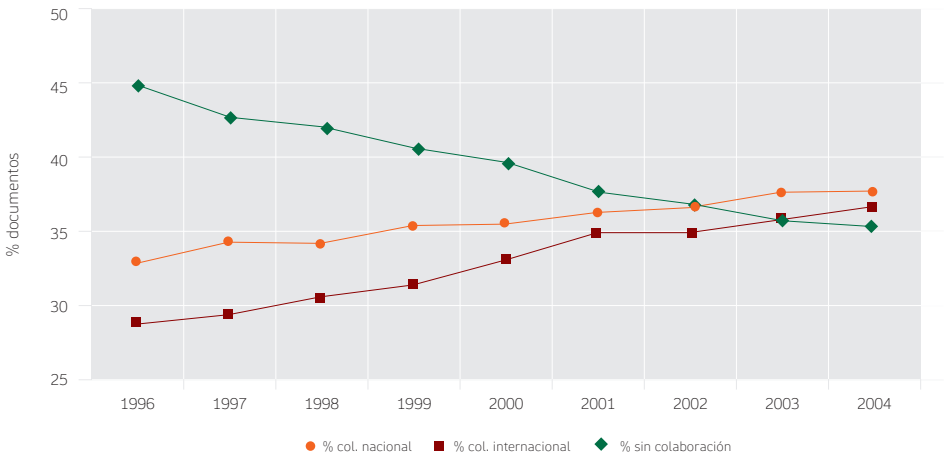
Al igual que las publicaciones en revistas científicas nos permiten analizar el avance de la ciencia, las patentes nos acercan al avance de la tecnología. Una solicitud de patente se realiza para conseguir la protección de un determinado invento en el mercado nacional o en el internacional. Las solicitudes de patentes fuera de España por parte de solicitantes españoles son un indicador de la tendencia hacia la internacionalización de la tecnología producida en nuestro país. En el periodo 1996-2004, España contaba con 14.439 patentes solicitadas a la Oficina Española de Patentes y Marcas y 9.304 a la Oficina Europea de Patentes. España contabilizaba cerca de 25 paten-

Gráfico 4. Especialización temática de España comparada con el perfil temático mundial (1999-2003)*



* Las barras claras marcan las disciplinas en las que España obtiene un impacto igual o superior al promedio mundial.

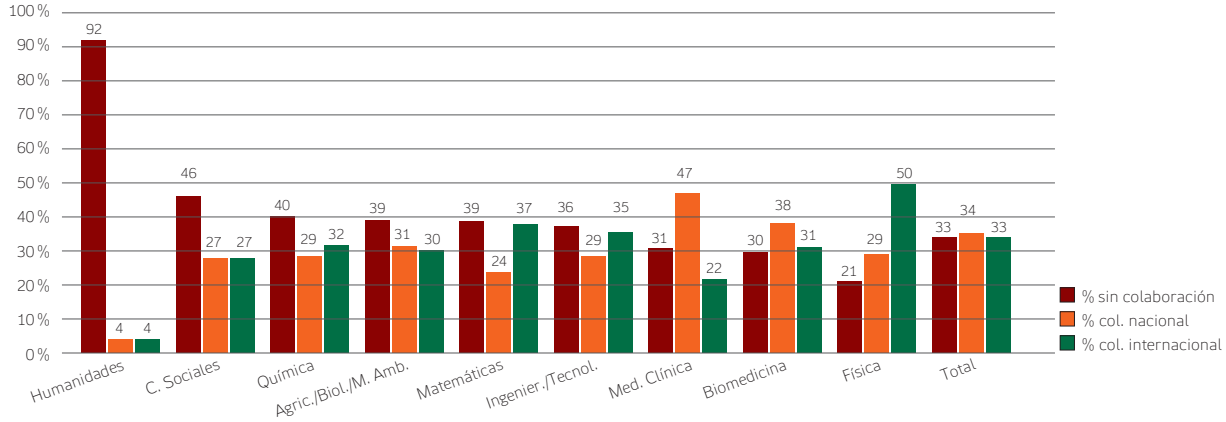
Gráfico 5. Evolución de la colaboración en las publicaciones científicas de España*



* Aquellos documentos con colaboración nacional e internacional se incluyen en ambos tipos de colaboración (recuento múltiple).
Fuente: SCI, SSCI y A&HCI, versión CD-ROM. Datos elaborados en el CINDOC.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
% nacional	32,82	34,32	34,08	35,31	35,39	36,21	36,67	37,67	37,61
% internacional	28,66	29,70	30,84	31,48	33,11	35,01	35,26	36,03	36,85
% sin colaboración	44,96	42,68	42,15	40,93	39,84	37,79	36,92	35,77	35,65

Gráfico 6. Porcentaje de colaboración nacional e internacional en las publicaciones científicas de España en el Web of Science, 2001-2003



tes por millón de habitantes, valor muy por debajo de los correspondientes a otros países. Nuestro país está poco internacionalizado en cuanto a la propiedad de las invenciones hechas fuera de sus fronteras, todo lo contrario que Estados Unidos, Alemania, el Reino Unido o Suiza, que ocupan los primeros puestos en este sentido.

La aportación de España a la ciencia internacional (3 % de las publicaciones en el WoS) es muy superior a su

aportación a la tecnología (el 0,7 % de las patentes en la Oficina Europea de Patentes). Esto indica un desfase entre el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país, explicado en parte por la menor implicación del sector privado en la I+D y la insuficiente colaboración entre los sectores público y privado. La deficiente transferencia de los resultados de la investigación científica al sistema productivo y el pequeño tamaño y escasos recursos de gran parte de las empresas españolas, son otros factores causales (COTEC, 2004). Distintos estudios señalan que la vinculación entre ciencia y empresa es un factor determinante de la innovación, entendida ésta como la aplicación práctica del desarrollo tecnológico y el conocimiento a la resolución de necesidades empresariales y sociales concretas. Para conseguir un mejor funcionamiento del sistema innovador español se han analizado distintas medidas que implican a las empresas, a las instituciones y centros de investigación y a la Administración pública.

La internacionalización de la tecnología también se puede analizar desde otro punto de vista, y es a través de la colaboración internacional de inventores en las patentes, o por la presencia de un solicitante y un inventor de distinto país en una misma patente, lo que ocurre con frecuencia en el caso de empresas multinacionales que realizan investigación en diferentes países (Plaza y Albert, 2002). Desde esta perspectiva se pueden considerar tres indicadores básicos de internacionalización de la tecnología:

a) porcentaje de patentes de un país con inventor nacional y titular extranjero, que mide el control extranjero de las invenciones nacionales;
b) porcentaje de patentes de un país con inventor extranjero y titular nacional, que mide el control nacional de las invenciones extranjeras;
c) porcentaje de patentes con inventores de varios países.

Según un estudio de Guellec y Van Pottelsberghe (2005), los tres indicadores muestran una tendencia ascendente en el tiempo en la mayor parte de los países, siendo este tipo de internacionalización mayor para las patentes triádicas, es decir, aquellas solicitadas al mismo tiempo en Europa, Estados Unidos y Japón (invenciones de alto valor económico), que para las solicitadas en una sola oficina. Dicho estudio señala que, en 1995, el 8 % de las patentes solicitadas a la Oficina Norteamericana de Patentes y Marcas (United States Patent and Trademark Office, USPTO) y el 15 % de las triádicas contaban con inventores de distinto país que el titular, observándose diferencias según los países. Así, España, pese a su escaso número de patentes, muestra un grado relativamente alto de internacionalización: el 34 % de sus triádicas contaban con algún inventor extranjero colaborando con un inventor nacional, el 42 % contaban con un inventor español y un titular extranjero; y el 10 % presentaban un inventor extranjero y un titular español, observándose una tendencia ascendente a lo largo de los años en los tres indicadores. Por el contrario, Estados Unidos muestra un bajo grado de internacionalización según estos indicadores: el 9 % de sus triádicas cuentan con colaboración entre inventores de distintos países, el 7 % de las mismas contaban con un inventor norteamericano y un solicitante extranjero, y el 19 % presentaban un inventor extranjero y un solicitante norteamericano. En la interpretación de estos datos hay que tener en cuenta que el grado de internacionalización así medido desciende al aumentar el grado de desarrollo tecnológico de un país. Los países menos intensivos en investigación tienen más dificultad en obtener patentes triádicas, y un mayor porcentaje de las que obtienen pueden proceder de compañías multinacionales con actividad en el país. Finalmente, hay que recordar distintos factores que determinan con quién se colabora, como son la lengua, la cercanía geográfica y la proximidad en el perfil de especialización tecnológica de los países colaboradores.

Otro tipo de medida que, en el marco de la información tecnológica, permite valorar la proyección internacional de la ciencia consiste en analizar la bibliografía científica que es citada en patentes. En nuestro país se han realizado algunos estudios sobre el flujo de conocimientos científicos a los sectores industriales, analizando la bibliografía correspondiente a trabajos de investigación publicados por científicos españoles que es citada en patentes extranjeras como parte del estado de la técnica de las correspondientes invenciones (Albert, 2006 y Plaza, 2004). Si bien los análisis realizados tenían por objetivo principal determinar el potencial español de recursos hu-

manos eventualmente movilizables hacia iniciativas con proyección de mercado, algunos resultados obtenidos han permitido identificar el flujo de conocimientos que se produce desde nuestro sector publico de I+D a diversos sectores industriales fuera de nuestras fronteras, fundamentalmente en el ámbito de la biotecnología.

Fomento de la internacionalización de la ciencia a través de la evaluación científica

La proyección internacional de la ciencia española es un objetivo al que contribuyen, además de las acciones de política científica específicamente dirigidas a este fin, otros mecanismos de actuación que podríamos denominar «indirectos». Es el caso de los mecanismos de evaluación de la actividad investigadora, desarrollados para fomentar la investigación de calidad entre los investigadores.

Entre los criterios de objetivación de la calidad descritos por la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI), que se aplican a la evaluación de la actividad de los investigadores de la universidad y del CSIC, se incluye la publicación de artículos y libros de alta difusión y prestigio internacional. Aunque se definen criterios específicos para cada campo científico, asumiendo las diferencias entre los distintos ámbitos del saber, la proyección internacional de los resultados investigadores es considerada muy positivamente en todos los casos. La publicación en revistas de alto factor de impacto, o la obtención de citas por parte de la comunidad científica internacional, son algunos de los criterios considerados para identificar la investigación relevante. La legislación española en materia de evaluación de la actividad científica investigadora, utiliza este tipo de mecanismos para promover la publicación de resultados de la investigación científica en revistas internacionales de la máxima calidad.

Aparte de las publicaciones científicas, hay otros aspectos de la actividad de los investigadores que también son evaluados, como las contribuciones en congresos de la especialidad, la pertenencia a comisiones y comités de asesoramiento, la obtención de premios y distinciones científicas, la obtención de patentes, la participación activa en proyectos de investigación, etc. En general, el alcance internacional de estas actividades y distinciones supone una mayor relevancia y reconocimiento posterior en los procesos de evaluación.

El español y el inglés, dos idiomas para la difusión de la ciencia española

El español es lengua mayoritaria en un total de 16 países y es la lengua materna de unos 330 millones de personas. Los favorables indicadores de crecimiento demográfico y económico de diversos países de habla española, junto al avance de nuestro idioma en diversos sectores socioeconómicos de otros países, como es el caso de Estados Unidos, no dejan lugar a dudas sobre la creciente importancia económica y social del español. Sin embargo, una reciente estimación señala que por cada investigador científico cuya lengua materna es el español, hay diez cuya lengua materna es el inglés.

No cabe duda de que en la actualidad la lengua inglesa constituye una herramienta esencial para la comunicación científica a nivel internacional. El inglés permite a la comunidad científica internacional diversas formas de interacción, fundamentalmente de transmisión de información en formato impreso y en soporte electrónico. Su amplia utilización por la comunidad científica permite cumplir con dos requisitos fundamentales en los procesos de transmisión del conocimiento científico, la rapidez y la universalidad. La difusión de los grandes avances científicos es hoy mucho más rápida gracias a la existencia de una lengua compartida de comunicación mundial. Lejos de entrar en consideraciones sobre las causas y factores determinantes de la expansión del inglés en el mundo científico y tecnológico ni de analizar los múltiples inconvenientes de orden práctico que supone la universalización de esta lengua para los investigadores no anglófonos (Plaza *et al.*, 1999 y Plaza, 2005), lo verdaderamente importante es conocer la realidad del idioma español en la comunidad científica mundial y en la comunidad científica hispanohablante y definir el papel que nuestra lengua puede y debe desempeñar. No se trata de intentar que el idioma español compita con el inglés en el ámbito de la ciencia, sino de que cumpla su verdadero papel entre los investigadores de lengua española y en la cultura de los países hispanohablantes.

El español tiene un importante papel en la vertebración de la ciencia en España y en los países de habla hispana. Aunque el inglés ha adquirido un papel hegemónico en las ciencias naturales y experimentales, las lenguas nacionales continúan teniendo un importante papel en la investigación en ciencias sociales y, sobre todo, en las humanidades. En estas últimas áreas las diferencias culturales y lingüísticas adquieren especial relevancia y garantizan una mayor variedad y riqueza en la investigación (Hamel, 2002). Y en todas las áreas, el uso de las lenguas nacionales, entre las que se encuentra el español, es fundamental para permitir el desarrollo de la terminología científica, la comunicación de los resultados de la investigación en los ámbitos tecnológicos y educativos, así como con propósitos de difusión general.

En el caso de la ciencia española, el binomio lengua-cultura científica debe ser entendido como una realidad indisociable que permite utilizar nuestro idioma como una herramienta de particular interés estratégico para lograr una mayor proyección internacional de nuestra ciencia en el mundo hispanohablante. Sin embargo, el principio de universalidad de la ciencia exige la utilización del inglés y de otros idiomas de amplio espectro demográfico para dar la máxima difusión mundial a los avances de la investigación científica realizada en nuestro país o por investigadores españoles. Sin menoscabo del uso del español en los términos antes considerados, debe utilizarse decididamente el inglés como una herramienta al servicio de las iniciativas encaminadas a lograr una proyección internacional de nuestra ciencia, tanto en las esferas científicas y tecnológicas como en otros ámbitos de la sociedad.

Un marco de oportunidades para la proyección internacional de la ciencia española

La puesta en marcha de las políticas de la Europa comunitaria en materia de definición y consolidación de un espacio común de investigación constituye una oportunidad de vital importancia para España. Nuestro país debe aprovechar este nuevo marco para lograr, entre otros objetivos, una mayor integración y proyección de nuestra ciencia en este ámbito geopolítico.

Por otra parte, la situación de España como puente cultural, económico y sociopolítico entre Europa y los países de América Latina y el Caribe abre un abanico de oportunidades para proyectar la ciencia española en un ámbito que se caracteriza por estar experimentando un proceso de convergencia que, a diferencia del europeo, se caracteriza por disponer de una lengua ampliamente extendida y que está ganando terreno en países como Brasil y Estados Unidos (AECYA, 2003).

A continuación se detalla un conjunto de posibles frentes de actuación que podrían ser objeto de un debate a fin de determinar su posible interés para reforzar o potenciar las iniciativas ya emprendidas para favorecer la difusión internacional de la ciencia española:

- En lo que concierne a las herramientas y mecanismos de comunicación científica y tecnológica sería aconsejable incrementar la difusión internacional de las revistas científicas y otras publicaciones de interés científico y tecnológico editadas en España. Este objetivo puede lograrse aumentando su presencia y visibilidad en Internet, bases de datos y bibliotecas. Asimismo, la inclusión de resúmenes, palabras clave y otros elementos de información en inglés en nuestras revistas científicas puede facilitar su difusión internacional.
- En cuanto a las instituciones españolas de investigación, es igualmente importante promover la adecuada difusión de sus recursos y actividades mediante Internet y otras vías de comunicación científica, para lo cual es indispensable que las universidades y los organismos públicos españoles de I+D+I incrementen su presencia en la Web con unas herramientas y unos contenidos en lengua española y en lengua inglesa de creciente calidad.
- Respecto a los mecanismos de comunicación verbal sería aconsejable promover la presencia del español como idioma oficial o cooficial en las sesiones de trabajo de congresos y reuniones científicas y culturales internacionales y en las publicaciones que resulten de dichas actividades. Constatamos en la ac-

tualidad un proceso de consolidación del inglés, el francés y el alemán como lenguas de trabajo en los organismos oficiales de la Unión Europea, así como en otros foros internacionales. El español, lejos de sumarse a este proceso, parece estar cada vez más lejos de tener la representatividad deseable. Por tanto, es imprescindible realizar un esfuerzo decidido y realista para alcanzar una mayor presencia del español, no sólo como idioma oficial, sino como idioma de trabajo, en el mayor número posible de organizaciones internacionales.

- El texto del Plan Nacional 2004-2007 señala que para garantizar el incremento y la eficacia de las relaciones bilaterales y multilaterales españolas en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico, es imprescindible incrementar la presencia de consejeros de ciencia y tecnología en las principales embajadas y fortalecer la presencia española en los organismos internacionales de ciencia y tecnología.

Es importante analizar en profundidad el papel real y potencial del idioma español en el ámbito científico y tecnológico, a fin de determinar las posibles medidas que hay que adoptar para que nuestro idioma sea un vehículo eficaz de transmisión de conocimiento en los entornos mas adecuados.

Por último, es conveniente revisar, con perspectiva crítica, las diversas actuaciones realizadas hasta la fecha, desde distintas esferas e instituciones, encaminadas a promover la difusión de la ciencia española a escala internacional. En este sentido, la puesta en marcha de iniciativas realmente innovadoras contaría con bases de apoyo más sólidas si se promoviera la realización de estudios sobre la proyección de la ciencia y la tecnología española, a fin de conocer su situación real y los factores que la favorecen y dificultan.

Algunas iniciativas del Instituto Cervantes para la difusión internacional de la ciencia española

En la actualidad el Instituto Cervantes está poniendo en práctica una serie de actuaciones encaminadas a promover la ciencia y la cultura científica española a escala mundial. El hecho de disponer de una amplia red de sedes, de dimensión internacional, constituye una herramienta de primera magnitud para hacer llegar a numerosos países la historia y la actualidad de nuestra cultura. En este marco, el Instituto Cervantes cuenta con la colaboración de investigadores españoles de diferentes centros e instituciones que, bajo diferentes esquemas de colaboración, están aportando un esfuerzo en el logro de estos objetivos.

El Instituto Cervantes y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas han establecido un convenio marco de colaboración a fin de «establecer un plan coordinado encaminado a la difusión de proyectos y actividades científicas de carácter multidisciplinar».

Uno de los aspectos más importantes de este convenio, que se establece para un periodo de tres años prorrogables, es que ambas instituciones se prestarán asesoramiento y apoyo mutuo e intercambiarán información relevante en materia de fomento, desarrollo y seguimiento de actividades científicas. Con esta finalidad está prevista la creación de grupos de trabajo y la elaboración de informes conjuntos.

En el marco de este convenio, ambas instituciones organizarán conjuntamente diversas actividades para dar a conocer fuera de España nuestra cultura y las aportaciones de nuestro país a la ciencia internacional. Entre las actividades previstas se cuentan exposiciones, conferencias y mesas redondas.

Poniendo la vista en los antecedentes históricos de la ciencia española, algunas de las exposiciones que se realizarán en 2006 se refieren a las grandes exploraciones científicas del siglo XIX y a la obra de excepcionales naturalistas que, como es el caso de Alexander von Humboldt, ejercieron importantes actividades científicas en nuestro país. Los centros del Instituto Cervantes en Nueva York, São Paulo, Río de Janeiro y Lisboa serán los primeros en albergar este tipo de actividades.

En definitiva, el CSIC colaborará con el Instituto Cervantes apoyando algunas de sus iniciativas orientadas a promover la difusión de la ciencia española a escala internacional, y considerando distintas actuaciones en función de las singularidades culturales y lingüísticas de aquellos países a los que se quiere llegar.

Bibliografía

Academia Europea de Ciencias y Artes, *Percepción social de la ciencia*, UNED Ediciones, Madrid, 2004.

—, *El espacio común de conocimiento en la Unión Europea. Un enfoque al problema desde España*, UNED Ediciones, Madrid, 2005.

—, *Europa y Latinoamérica: el papel de España como nexo entre Europa y Latinoamérica*, UNED Ediciones, Madrid, 2003.

Acosta Rizo, C., N. Cuvi y X. Roqué, *Ciencia entre España e Hispanoamérica. Ecos del siglo XX*, Centre d'Estudis d'Història de les Ciències, UAB, Barcelona, 2003.

Albert, A., L. M. Plaza y B. Granadino, «El flujo de conocimientos desde el sistema público español de I+D a las industrias biotecnológicas», en *Radiografía de la investigación pública en España*, Biblioteca Nueva, Madrid, 2006, pp. 373-392.

Bordons, M., «Hacia el reconocimiento internacional de las publicaciones científicas españolas», *Revista Española de Cardiología*, n.º 57-59 (2004), pp. 799-802.

Bordons, M., e I. Gómez, «Towards a single language in science? A Spanish view», *Serials*, n.º 17/2 (2004), pp. 189-195.

Bosch, X., J. P. Villacastín y F. Alfonso, «Edición en inglés por Internet. Un nuevo gran paso adelante de *Revista Española de Cardiología*», *Revista Española de Cardiología*, n.º 55 (2002), pp. 1-3.

Comisión Europea, *La participación en la investigación europea*, Dirección General de Investigación, Unidad de Comunicación, Bruselas, 2004.

COSCE, *Acción CRECE. Comisiones de reflexión y estudio de la Ciencia en España*, Confederación de Sociedades Científicas de España, Madrid, 2005.

COTEC, *Informe COTEC. Tecnología e innovación en España: 2004*, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid, 2004.

European Science Foundation, *Catalysing the advancement of European Research*, ESF Strategic Plan 2006-2010, 2006 (http://www.esf.org/publication/215/ESFStrategicPlan20062010.pdf/).

Gómez, I., R. Sancho, M. Bordons y M. T. Fernández, «La I+D en España a través de publicaciones y patentes», en J. Sebastián y E. Muñoz, *Radiografía de la ciencia en España*, Biblioteca Nueva, Madrid, 2006.

Guellec, D. y B. Van Pottelsberghe de la Potterie, «Measuring the internationalisation of the generation of knowledge», en H. F. Moed, W. Glänzel y U. Schmoch, *Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*, Kluwer Academic Publishers, Países Bajos, 2005, pp. 645-662.

Hamel, R. E., «El español como lengua de las ciencias frente a la globalización del inglés. Diagnóstico y propuestas de acción para una política iberoamericana del lenguaje en las ciencias», Congreso Internacional sobre Lenguas Neolatinas en la Comunicación Especializada. México, 28-29 de noviembre de 2002 (http://dtil.unilat.org/cong_com_esp/comunicaciones_es/hamel.htm#a/).

Jiménez Contreras, E., F. Moya Anegón y E. Delgado López-Cozar, «The evolution of research activity in Spain: the impact of the National Commission for the Evaluation for Research Activity (CNAI)», *Research Policy*, n.º 32 (2003), pp. 123-142.

López Cerezo J. A. y J. M. Sánchez Ron (eds.), *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, Biblioteca Nueva, Madrid, 2001.

Ministerio de Ciencia y Tecnología, *Plan Nacional de I+D 2004-2007*.

OCDE, *Manual de Frascati 2002. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*, Ed. FECYT, Madrid, 2003.

Plaza, L. M., «El idioma español en la comunidad científica internacional», *Contrastes*, n.º 39 (2005), pp. 112-115.

Plaza, L. M. *et al.*, «Presencia del español en la producción científica», en *El español en el mundo. Anuario del Instituto Cervantes 1999*, Instituto Cervantes, Madrid; Plaza & Janés y Círculo de Lectores, Barcelona, 1999, pp. 23-64.

Plaza L. M. y A. Albert, «La ciencia básica al servicio del desarrollo tecnológico. Principales indicadores para países de América Latina», en *Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002*, RICYT, 2002, pp. 282-297.

—, «Análisis de la producción científica española citada en

patentes biotecnológicas en EE. UU.», *Revista Española de Documentación Científica*, n.º 27/2 (2004), pp. 212-220.

Rey, J., M. J. Martín, L. M. Plaza, J. J. Ibáñez e I. Méndez, «Changes in publishing behavior in response to research policy guidelines: the case of the Spanish Research Council in the field of Agronomy», *Scientometrics*, n.º 41/1 (1998), pp. 101-111.

Sebastián, J., *Cooperación e internacionalización de las universidades. Secretaría de Cooperación Iberoamericana*, Ed. Biblos, Buenos Aires, 2003.

Van Raan, A. F. J., «Science as an international enterprise», *Science & Public Policy*, n.º 24 (1997), pp. 290-300.

Zitt, M., F. Perrot y R. Barré, «The transition from "National" to "Transnational" model and related measures of countries' performance», *Journal of the American Society for Information Science*, n.º 49/1 (1998), pp. 30-42.

Agradecimientos

Queremos hacer constar nuestro reconocimiento y gratitud al doctor Jesús Sebastián Audina por sus sugerencias y comentarios sobre algunos aspectos de este estudio; a Esther Elena García Carpintero, por su contribución en la obtención de parte de los indicadores, y al grupo de Bibliometría del CINDOC-CSIC, que ha elaborado algunos de los datos bibliométricos mostrados en este documento. ■

Luis M. Plaza y **María Bordons** son científicos titulares del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en el Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC).