

# 3. La colaboración internacional en ciencia y tecnología de España

Isabel Álvarez y Raquel Marín

## 1. Introducción

El avance de la ciencia y la tecnología española depende de los recursos destinados a la generación de conocimiento y de capacidades –en gran medida ligados a las acciones de la política pública y de la inversión privada nacionales–, aunque no hay que perder de vista la importancia del contexto internacional. La colaboración internacional, aspecto al que se dedica este capítulo, es una de las principales formas de expresión de la internacionalización de los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación (CTI).

Esta forma de internacionalización tiene incidencia en la obtención de resultados y en la calidad de los *outputs*, puede generar efectos en el nivel de conocimiento científico y en el aumento de la capacidad para competir ante las fuerzas de mercado vinculadas al desarrollo tecnológico a través de la innovación, y contribuir a la resolución de problemas técnicos, económicos y sociales. Dada su relevancia, resulta interesante realizar una aproximación empírica de su impacto, a través del seguimiento de la coautoría internacional de los trabajos científicos y a partir de la coproducción de conocimiento tecnológico. Las pu-

blicaciones y las patentes son, por lo tanto, indicadores apropiados para la medición y análisis de la colaboración internacional.

La colaboración internacional en ciencia posibilita el acceso a una mayor cantidad y diversidad de recursos, y su crecimiento ha recibido una mayor atención en las décadas recientes (Archibugi y Filipetti, 2015). El aumento de la colaboración internacional en el trabajo de los científicos es efecto directo de la generación de redes y constituye un sistema de difusión de conocimiento que se define mayoritariamente sin intermediación de las instituciones políticas, con la excepción de la Comisión Europea, en la que sí se promueve de manera explícita y regulada a través de la política de ciencia y tecnología, y de instrumentos tales como los Programas Marco o el Horizonte 2020 (Leydesdorff y Wagner, 2008).

La expansión de la colaboración internacional se acelera notablemente a partir del año 2000, aumentando no solo el número de trabajos en coautoría, sino también la densidad y la disparidad geográfica de las redes. De hecho, se ha constatado un mayor aumento de colaboraciones entre autores de diferentes países que del número de trabajos realizados en coautoría (Leydesdorff y Wagner,

2008). De ahí que se afirme que el desarrollo de la investigación científica moderna hay que entenderlo como un proceso global, aunque indisolublemente ligado al marco normativo y las políticas articuladas a través de los organismos gestores de la investigación, las inversiones económicas y los recursos humanos destinados a la investigación en cada país (Peters, 2006; Moya Anegón *et al.*, 2008). Uno de los aspectos de mayor relieve para el análisis y la toma de decisiones es la relación existente entre inversión, colaboración internacional y su impacto en los resultados del sistema nacional de CTI. A este respecto, existe evidencia que demuestra que la correlación entre internacionalización y éxito es positiva y significativa, lo que lleva a defender su integración como un parámetro del modelo de desarrollo científico de los países (Ductor, 2015; Cimini *et al.*, 2016).

El término “ciencia global” hace referencia fundamentalmente a la geografía de la producción del conocimiento científico, entendiéndose que la colaboración es un aspecto clave de la globalización. Sin embargo, la nueva interconexión dentro de un mundo globalizado es un fenómeno distinto que, de acuerdo con los criterios de los académicos, sigue mostrando la persistencia del control y del sesgo a favor de Occidente, además de ser fuertemente nacionalista y tener un componente importante de la cultura nacional y de la política económica (Peters, 2006). La emergencia de la ciencia global, en último término, es reflejo de la comunicación científica en la red global, y responde a la necesidad de resolver problemas globales. Algunos de esos problemas están relacionados con bienes públicos globales, tales como el medio ambiente, la sa-

lud o la seguridad, y, por su alcance requieren hacer frente a cuestiones de la magnitud del cambio climático y el calentamiento del planeta, las nuevas enfermedades y pandemias, o el terrorismo cibernético, entre otros.

Estudios realizados sobre las redes españolas coinciden en reseñar que la coautoría científica internacional alcanza una visibilidad mayor que cualquier otro tipo de colaboración y que, por áreas geográficas, las publicaciones en colaboración internacional son mayoritariamente realizadas con autores de Europa, Estados Unidos y América Latina, siendo aún débil la participación de los países asiáticos (Olmeda-Gómez *et al.*, 2009). Por lo general, las redes internacionales se caracterizan por contar con un predominio de nexos con científicos de instituciones establecidas en países con sistemas de gran tamaño (Luukkonen *et al.*, 1992), y las relaciones entre investigadores españoles y sus colegas europeos no son atípicas, sino que, más bien al contrario, responden a un patrón bastante similar al de la UE en su conjunto (Mattsson *et al.*, 2008). Por su parte, los vínculos con América Latina se explican por razones históricas, además de por la afinidad lingüística y cultural, así como por la acción de la cooperación iberoamericana (CYTED y el programa de becas de la Fundación Carolina, por ejemplo) o, de manera más amplia, por el proyecto de generación de un área iberoamericana de educación superior.

Para el caso español, el trabajo de González Alcaide *et al.* (2012) relaciona el proceso de internacionalización de la ciencia y la tecnología con los hitos de la política científica en España. Los resultados del análisis, basado en las coautorías internacionales de la base de datos Thomson Reuters Science Citation

Index-Expanded (SCI-Expanded) entre 1980 y 2007 en los grandes campos disciplinarios, pone de manifiesto que ha sido constante el crecimiento de la colaboración en las publicaciones a lo largo del periodo. La colaboración internacional se incrementó perceptiblemente en la segunda mitad de los ochenta, coincidiendo con la aprobación de la Ley de la Ciencia y la puesta en marcha del primer Plan Nacional de I+D en el país, siendo notable el crecimiento en los años noventa, cuando se expande la participación de las instituciones españolas en los consorcios y programas europeos, y manteniéndose la tendencia en la década siguiente hasta llegar a suponer en 2006 cerca del 40% de los artículos.

Por lo que respecta a la colaboración internacional en generación de tecnología, esta es una de las formas más activas y dinámicas de internacionalización tecnológica, en la que destaca el protagonismo que han alcanzado las empresas multinacionales en la definición de estrategias de innovación sobre bases internacionales (Archibugi y Michie, 1995). Además, la nueva fase de desarrollo de las TIC –que parece haberse establecido de manera más expansiva y permeable, asentando lo que ha venido a denominarse la era digital– permite concebir que las fuentes de información y de conocimiento –ya sea una institución o un individuo– puedan situarse en cualquier parte del mundo y que su búsqueda, asimilación y adaptación requieran de la internacionalización de organizaciones y actores innovadores (Alcácer *et al.*, 2016).

La creciente internacionalización tecnológica se debe también a que la enorme complejidad de muchos avances tecnológicos en la actualidad hace que las relaciones de colabo-

ración se hayan convertido en el mecanismo más propicio para superar las limitaciones de escala que definen la magnitud de la inversión en I+D. La colaboración tecnológica o en innovación tiene lugar a través de vínculos entre organizaciones de distintos países (empresas, universidades o centros de investigación y tecnológicos) y se establece con el fin de llevar a cabo proyectos de tal envergadura que individualmente podrían resultar inalcanzables, permitiendo una mejor distribución del riesgo de los proyectos, cuya geografía ha ido desdibujando cada vez más las fronteras nacionales. En este sentido, cabe encontrar alianzas tecnológicas entre empresas, así como proyectos conjuntos en los que se estimula la cooperación público-privada cuando, por ejemplo, confluyen empresas junto a centros de investigación estatales y universidades públicas.

## **2. La colaboración internacional en ciencia de España**

La colaboración en ciencia, aproximada a través del número de publicaciones de los científicos y científicas de las instituciones españolas realizados en coautoría internacional, despegó en los años ochenta, coincidiendo con los cambios normativos en materia de política científica, la integración en la (por aquel entonces) Comunidad Económica Europea y el aumento de los recursos destinados a la inversión en I+D. Es en los noventa, no obstante, cuando se eleva de manera más notable, manteniendo un importante crecimiento a partir del año 2000. Para analizar esa fase de mayor crecimiento y complementar el trabajo reali-

zado por González Alcaide *et al.* (2012), aquí se analiza, para el periodo comprendido entre 2006 y 2014, el indicador agregado de publicaciones científicas de España realizadas en colaboración internacional y clasificadas en Scimago (base de datos Scopus, de Elsevier), lo que permite aproximar el número de trabajos publicados en coautoría internacional con al menos uno de los autores afiliado a una institución con residencia en España. La base de datos empleada se ha construido a partir de la información que facilita el Observatorio Español de I+D+i (ICONO) de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

Uno de los argumentos más ampliamente debatidos en los análisis de la internacionalización de los sistemas de CTI es si el crecimiento de las redes de relaciones entre la ciencia y la tecnología nacional y las instituciones de otros países tiene un efecto positivo en la producción científica, en la productividad y en el impacto del sistema nacional en el contexto mundial<sup>1</sup>. A este respecto, el comportamiento en la última década muestra un incremento sostenido para España, que se hace más notable en los últimos años del periodo considerado, teniendo en cuenta que las publicaciones en colaboración internacional llegan a representar el 35,7% en 2006 y superan el 47% del total de publicaciones en 2015 (**Gráfico 1**). A esta le acompaña, con una tendencia similar

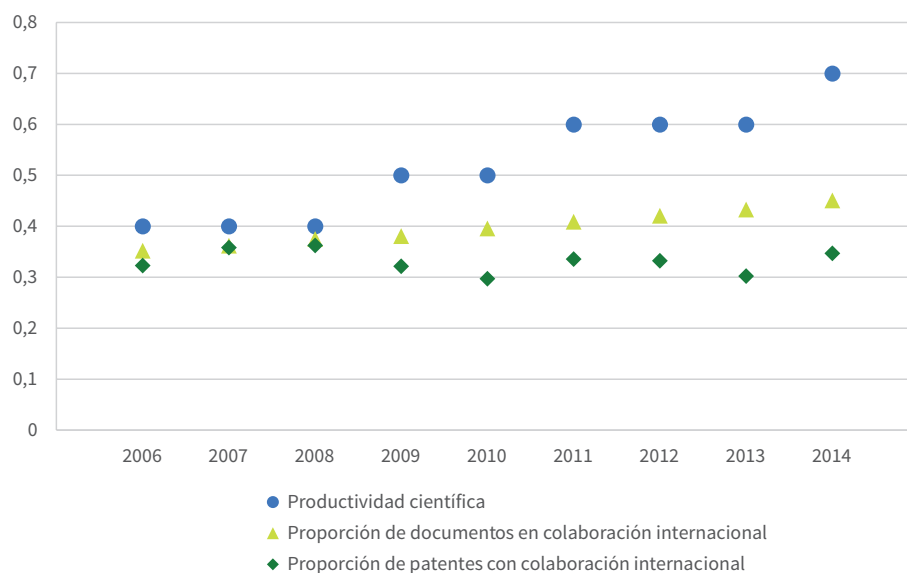
e incluso más pronunciadamente creciente, la senda seguida por la productividad científica, aproximada por el número de publicaciones por investigador. Este resultado viene a respaldar la idea de que la generación de redes internacionales tiene un impacto positivo en la producción del sistema español de ciencia y tecnología. Por su parte, es más constante la seguida por la colaboración tecnológica internacional, medida a través del porcentaje de patentes con colaboración internacional, aspecto que se tratará en mayor detalle en la sección siguiente de este capítulo.

La distribución geográfica de la colaboración científica española, reflejada en el **Gráfico 2**, se caracteriza por un claro predominio de países con sistemas científicos de gran tamaño, como Estados Unidos, y algunos países europeos (Reino Unido, Alemania y Francia). Destaca, por lo tanto, la importancia de la proximidad geográfica y el efecto de vecindad y de integración regional –aspectos que justifican la colaboración con muchos países de la UE–, así como los lazos culturales, históricos y la afinidad de idioma con algunos países de América Latina; en particular, con aquellos que cuentan con un mayor desarrollo relativo en sus sistemas nacionales, como Argentina, Brasil, México y Chile. Por su parte, todavía sigue siendo bastante escaso el peso que tienen los países asiáticos. No obstante, el crecimiento de la colaboración científica internacional es más notable, con tasas superiores al 15% entre 2006 y 2014, en el caso de algunas de las economías emergentes (China, Brasil, India y Colombia, entre estas), así como con los países del sur y del este de Europa.

Dentro del territorio español, existen diferencias notables en el peso relativo que

<sup>1</sup> En trabajos de mayor envergadura y complejidad metodológica, se estiman modelos de impacto, analizándose la centralidad de las redes internacionales, la relevancia del capital relacional y cognitivo, y la posición cuartílica de las publicaciones y citas que generan las colaboraciones internacionales (véase la revisión realizada en Li *et al.* [2013]).

**Gráfico 1. Evolución de la colaboración internacional en ciencia y tecnología, y productividad científica. España, 2006-2014**

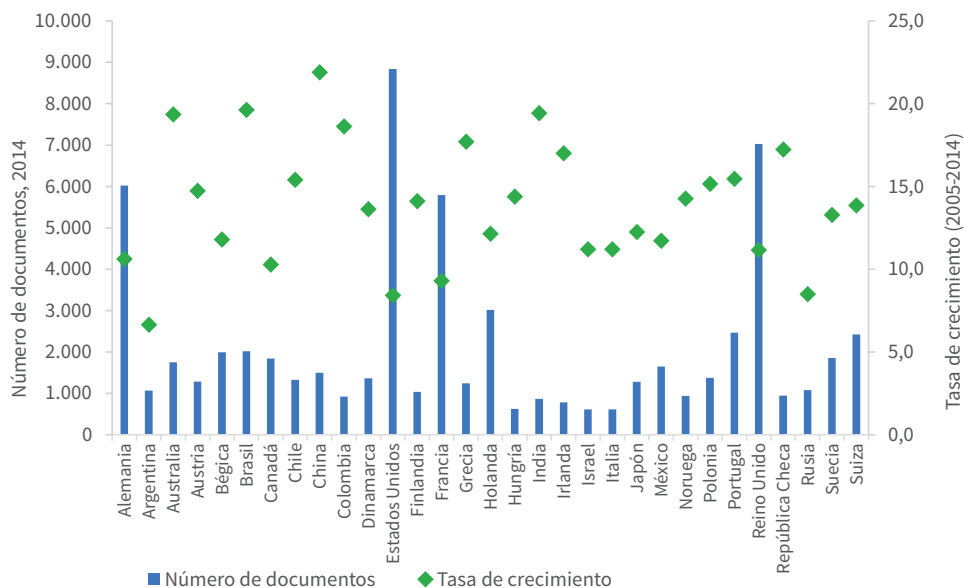


Fuente: FECYT-ICONO, basado en Elsevier a partir de datos de Scopus, y OCDE, solicitudes de patentes en la USPTO.

tienen las comunidades autónomas en el total de publicaciones (**Gráfico 3**). Esa disímil participación entraña una elevada concentración: Cataluña (30,8%) y Madrid (28,8%) representan conjuntamente cerca del 60% de todas las publicaciones en coautoría internacional del país. Estas dos comunidades se caracterizan también por contar con unos elevados valores en los indicadores de inversión en I+D y en el número de investigadores, en comparación con la media del sistema nacional de CTI. Le siguen Andalucía (15,6%) y la Comunidad Valenciana (12%), mientras que el resto de las comunidades muestra valores iguales o inferiores al 6% (véase Cuadro A1 del Anexo).

La colaboración internacional representa aproximadamente el 47% de todas las publi-

caciones científicas de España, tres comunidades se sitúan por encima de ese promedio nacional: Canarias (52,7%), Cataluña (50,2%) y País Vasco (50,1%). En general, y a pesar de la heterogeneidad por comunidades, hay una ligera relación positiva entre colaboración científica internacional y productividad. El promedio español de productividad científica –número de publicaciones con coautoría internacional respecto al número de investigadores– es de 0,6; en este caso, son Canarias y Castilla-La Mancha, con un valor de 1,4, quienes ocupan las primeras posiciones. La mayoría de las comunidades, en cambio, se sitúan en el tramo de productividad media, entre 0,6 y 1,2, mientras que tan solo dos, País Vasco y La Rioja, presentan una productividad baja, inferior a 0,6 (más detalles en el Cuadro

**Gráfico 2. Patrón geográfico de la colaboración internacional en ciencia**

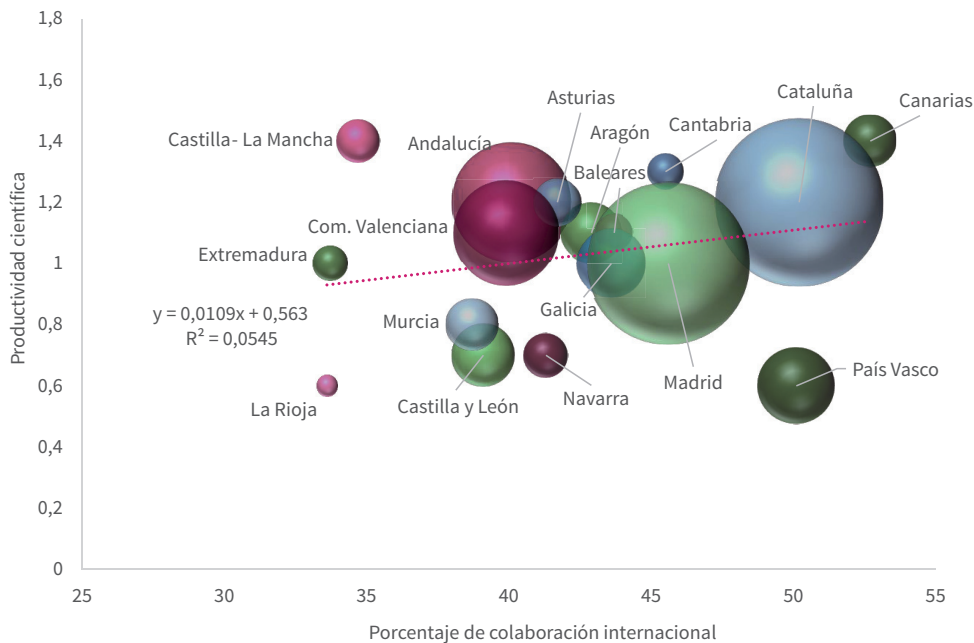
Fuente: FECYT-ICONO, basado en Elsevier a partir de datos de Scopus.

A1 del Anexo). En cuanto a la excelencia de las publicaciones, aproximada por el porcentaje de documentos que está entre el 10% de los más citados de su área, se encuentran Cataluña, Cantabria, Navarra, País Vasco y Madrid, con un índice de calidad superior a la media nacional.

Los ámbitos disciplinarios también muestran un comportamiento heterogéneo en cuanto a la colaboración internacional en la publicación de trabajos científicos (**Gráfico 4**). Si bien en todas las grandes áreas de conocimiento se ha dado un crecimiento en el número de publicaciones realizadas en coautoría internacional entre 2006 y 2015, cabe destacar que es mayor la importancia de la colaboración con científicos de otros países en las áreas de Ciencias Planetarias y del Espacio (68,8%) y en Física y Astronomía (67,2%), co-

respondiendo los valores más bajos en este indicador a Ciencias Sociales (23,7%) y Arte y Humanidades (16,4%). Sin embargo, las áreas en las que se ha dado una evolución más positiva entre 2006 y 2015 son las de Medicina (en la que la colaboración internacional crece un 93%), Enfermería (72%) y Gestión Empresarial (67%), habiendo aumentado el promedio español en un 34%. Por su parte, el menor incremento de la colaboración internacional entre los años del periodo considerado se ha dado en Ciencias Sociales, con una tasa de crecimiento de 4% y, a continuación, en aquellas áreas que destacaban con una mayor proporción de trabajos en coautoría internacional: Ciencias Planetarias y del Espacio, y Física y Astronomía, en las que el crecimiento ha sido del 14% y del 17%, respectivamente (detalles en el Cuadro A2 del Anexo).

**Gráfico 3. Colaboración internacional y productividad científica, por comunidades autónomas, 2015**



Fuente: FECYT-ICONO, basado en Elsevier a partir de datos de Scopus.

### 3. La colaboración internacional en tecnología de España

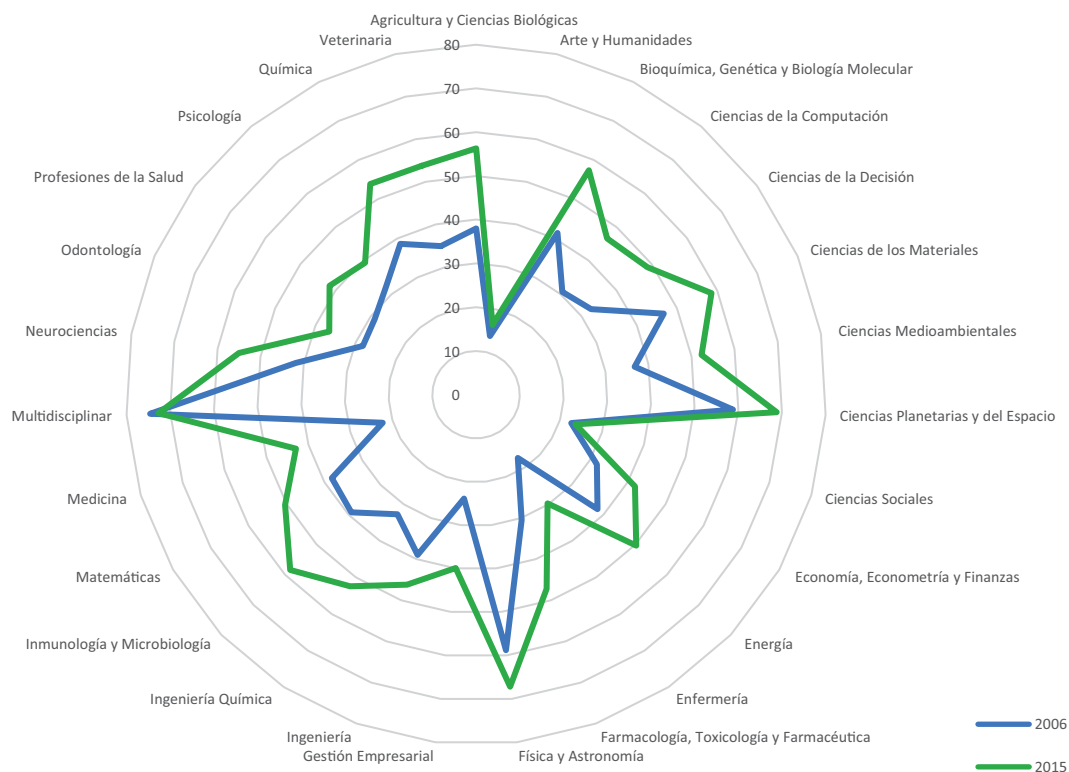
La evidencia disponible en el contexto internacional revela que la colaboración en desarrollo tecnológico aproximada por las coinventiones (o patentes de propiedad de agentes de más de un país) es menor que la colaboración en ciencia, algo que también sucede en el caso español (véase Gráfico 1). No obstante, en términos generales el número de alianzas estratégicas o *joint ventures*<sup>2</sup> se

duplicó entre 1990 y 2008, siendo los sectores industriales, de materiales y de alta tecnología los que tuvieron una mayor participación en tales formas colaborativas (MARC, 2009), y siendo notable el crecimiento de las patentes que son resultado de la invención en cooperación con socios externos.

Se ha optado aquí por utilizar la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (United States Patent and Trademark Office [USPTO]), que contiene información de las patentes otorgadas en ese país

<sup>2</sup> Acuerdos de colaboración entre dos o más agentes para desarrollar un proyecto o lograr una finalidad común, para lo cual cada una de las partes contribuye

con recursos (que pueden ser económicos, técnicos, etc.), sin que haya lugar a la creación de una nueva persona jurídica.

**Gráfico 4. Colaboración internacional en ciencia, por áreas de conocimiento. España, 2006 y 2015**

Fuente: FECYT-ICONO, basado en Elsevier a partir de datos de Scopus.

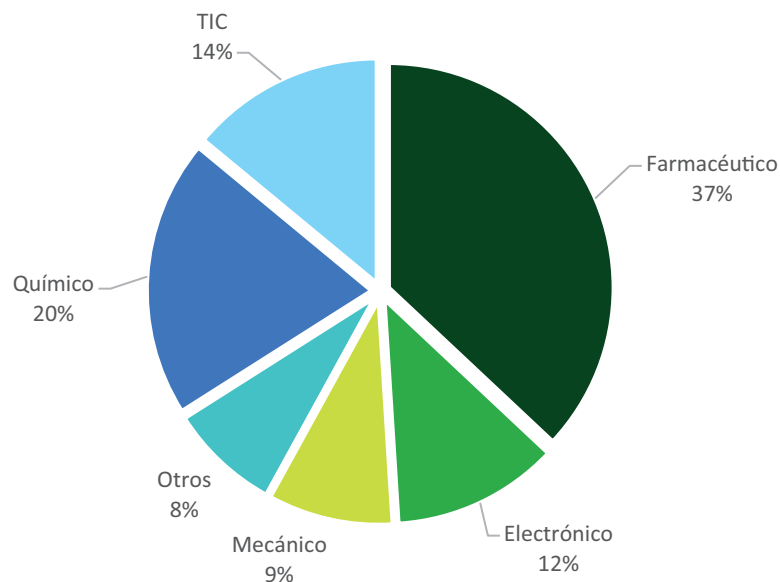
desde 1976 a 2016, de las cuales un total de 15.225 son patentes en las que figura al menos un inventor o un *assignee* residente en España o de nacionalidad española. En este trabajo se consideran solo las patentes que presentan más de un *assignee* (concesionario o propietario de la patente), porque este criterio permite aproximarse a la colaboración tecnológica internacional. Filtrando la base de datos de acuerdo con este criterio, se cuenta con algo más de 600 patentes, la mayoría patentes de utilidad (solo 22 son patentes de diseño). Esto supone que, a pesar de haber crecido en los últimos 30 años cerca de un 30%, las patentes internacionales

representan alrededor del 4% del número total de patentes a lo largo del periodo<sup>3</sup>.

Las patentes se clasifican en seis sectores fundamentales: *chemical* (químico); *computer & communication* (TIC); *drug & medical* (farmacéutico); *electronic* (electrónico); *mechanical* (mecánico); y *others* (otros). En el **Gráfico 5** puede observarse que el sector farmacéutico

<sup>3</sup> Esta información se ha contrastado y complementado con la información de *Science, Technology and Industry Database*, elaborada por la OCDE y que incluye las patentes en co-inventoría internacional registradas en la USPTO.



**Gráfico 5. Colaboración internacional en tecnología. Patentes de España en la USPTO**

Fuente: USPTO.

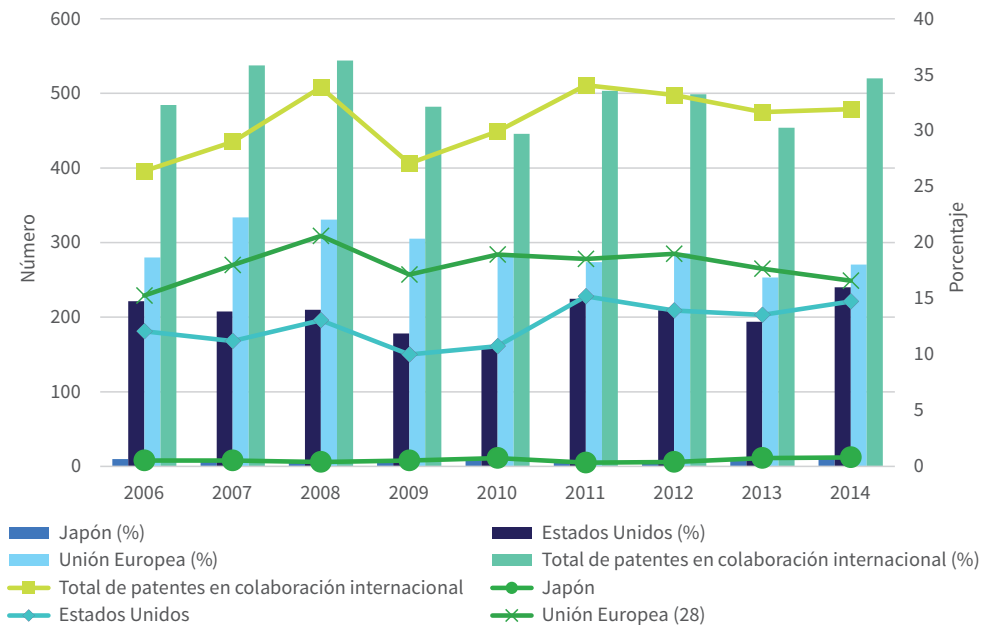
aglutina el 37% del total de patentes internacionales de España registradas en la USPTO, y el sector químico el 20%. A esos dos sectores de actividad industrial le siguen el de las TIC, con una proporción de 14%, y el electrónico, con el 12%. Esta distribución es reflejo de la especialización de la industria manufacturera española en actividades de elevado desarrollo tecnológico y viene a reflejar igualmente la capacidad de internacionalización tecnológica de las organizaciones integradas en estos sectores.

En los últimos años, las patentes de España que se han concedido con colaboración internacional mantienen una tendencia constante, sin un crecimiento notable en el periodo comprendido entre 2006 y 2014. Las patentes con coinventiones internacionales representan aproximadamente un tercio de las patentes

registradas anualmente, alcanzándose los valores máximos en los años 2008 y 2014, en los que el indicador está en torno a 35% (**Gráfico 6**). En cuanto a la distribución geográfica de los agentes con los que se colabora, se da un patrón en el que predomina claramente el factor de proximidad –la colaboración con Europa–, aunque acortándose en el tiempo la distancia con Estados Unidos, y siendo muy baja aún la participación de Japón.

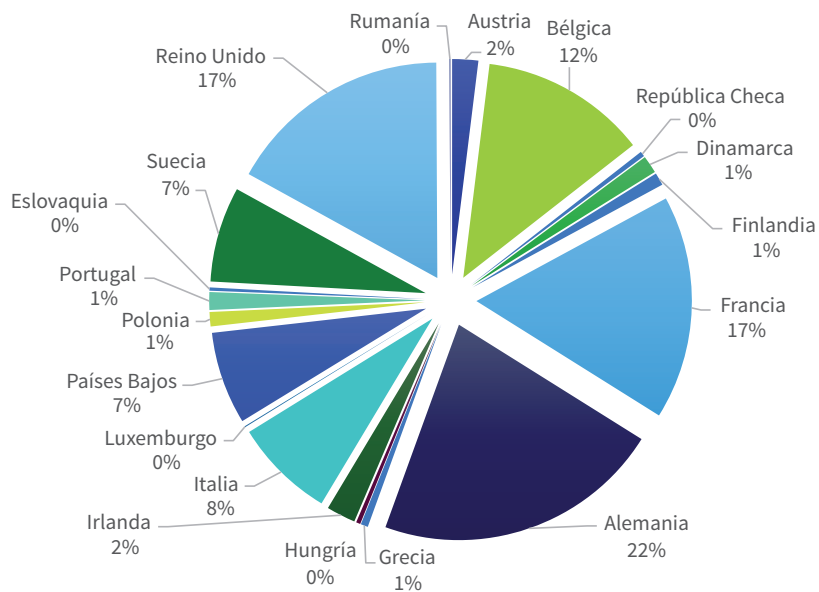
Por su parte, las patentes internacionales en el contexto europeo reflejan de nuevo el protagonismo de los grandes países –Alemania, Reino Unido y Francia–, que conjuntamente aglutinan el 56% de las patentes españolas con socios europeos, a los que se suma Bélgica con un 12% (**Gráfico 7**). Les siguen también Italia, Países Bajos y Suecia, en los que el porcentaje de patentes con España

**Gráfico 6. Patentes con colaboración internacional de España, 2006-2014**



Fuente: OCDE, solicitud de patentes en la USPTO.

**Gráfico 7. Patentes en colaboración con la UE, 2006-2014**



Fuente: OCDE, solicitud de patentes en la USPTO.

asciende a 8% en el primer caso, y a 7% en los dos últimos. Estos datos revelan un patrón algo diferente respecto al mostrado para la colaboración científica en la sección anterior del capítulo, en la que no eran protagonistas de las redes de colaboración estas últimas economías. La colaboración tecnológica es, en definitiva, mucho menos internacional y sigue siendo reflejo aún de las convencionales relaciones económicas y tecnológicas dominantes en la que se conoce como la tríada compuesta por Estados Unidos, Europa y Japón. En todo caso, existe una relación positiva y significativa en el patrón internacional de colaboración científica y colaboración tecnológica de España (**Gráfico 8**), en el que se puede observar que el tamaño de los sistemas es un elemento determinante sobre otros factores explicativos de la colaboración, destacando el peso que tienen los cuatro grandes sistemas de Estados Unidos, Alemania, Francia y Reino Unido<sup>4</sup>.

#### 4. Conclusiones

La colaboración internacional en la generación de conocimiento científico y tecnológico en España no ha dejado de avanzar en las últimas décadas, describiendo un proceso de carácter acumulativo que obedece al crecimiento de las redes en el contexto mundial. El aumento de la colaboración científica y tecnológica, además, ha ido acompañado de

un comportamiento similar e incluso más notable en cuanto a la productividad científica, hecho que lleva a desdeñar que la internacionalización de la ciencia y la tecnología en España haya ido en detrimento de la generación de resultados. Bien al contrario, la correlación entre publicaciones en coautoría internacional, patentes internacionales y productividad científica se muestra positiva y significativa.

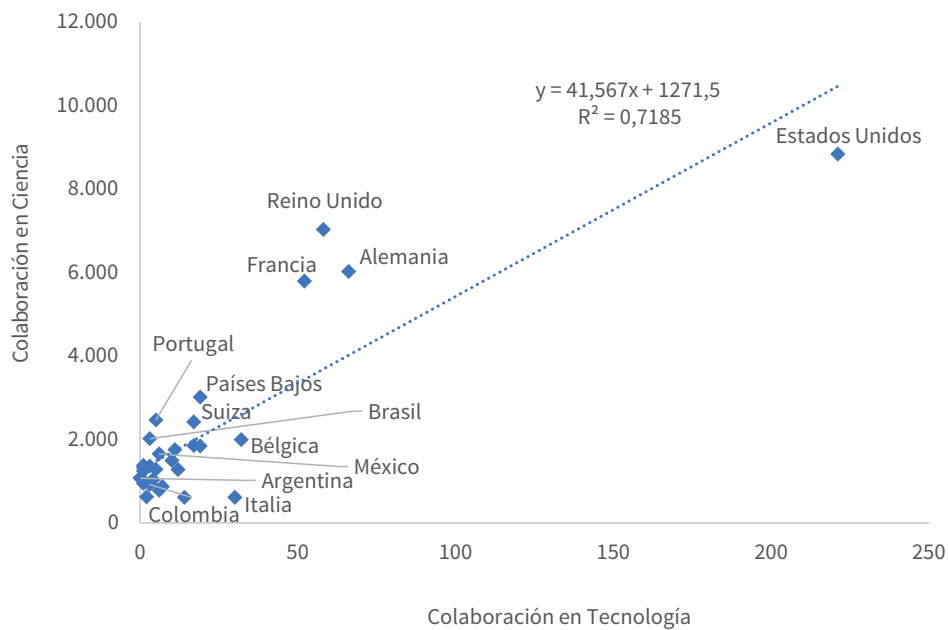
El patrón de colaboración, lejos de estar globalizado, sigue mostrando una elevada concentración geográfica entre lo que podríamos denominar colaboradores habituales, con colegas de sistemas de ciencia y tecnología nacionales de gran tamaño, además de aquellos de instituciones de Europa. Sí que se observa un mayor dinamismo de los nexos con países de nuestro entorno, con sistemas similares o incluso de menor tamaño que el español. También se confirma la vitalidad de la cooperación iberoamericana, aunque es más claro el patrón de colaboración científico que el tecnológico. También es muy activa la relación con nuevos socios, particularmente aquellos procedentes de economías en expansión –las denominadas emergentes–, siendo creciente la colaboración con estos en producción científica.

En cuanto a lo tecnológico, la colaboración internacional de España es más tímida; entre otras razones, debido a la baja participación española en las patentes mundiales. El comportamiento de las coinventiones registradas en la USPTO sigue mostrando una elevada concentración geográfica, con un claro predominio de alianzas europeas sobre las de otros ámbitos geográficos. Esto llevaría a observar la existencia de espacios para una mayor diversificación de actividades y sectores, dada

---

<sup>4</sup> Patrón que es coincidente con el de movilidad internacional analizado en Álvarez y Marín (2017), y en el que también destaca México, Brasil, Argentina y Colombia, países de elevada colaboración científica.

**Gráfico 8. Colaboración internacional en ciencia y tecnología, coautoría y coinventiones como porcentaje de publicaciones científicas y de patentes de España, 2014**



Fuente: FECYT-ICONO, basado en Elsevier a partir de datos de Scopus, y OCDE, solicitudes de patentes en la USPTO.

la alta concentración de las patentes internacionales en unas pocas industrias basadas en la ciencia.

Lo expuesto hasta ahora permite esbozar las siguientes ideas sobre colaboración internacional, como base para la elaboración de recomendaciones en el sistema español:

- A pesar de los resultados positivos que en términos de productividad científica acompañan el aumento de la colaboración internacional en ciencia y tecnología del país en las últimas décadas, la política científica aún no ha incorporado explícitamente la internacionalización como un mecanismo de evaluación de los méritos del personal investigador, lo que parece-

ría deseable en un contexto como el actual, en el que a los tramos de investigación se suma la transferencia de conocimiento al sistema económico y social.

- Para optimizar los nexos de las redes internacionales en términos de impacto en la calidad de los *outputs*, podría conseguirse un efecto multiplicador si se contara con acciones que promovieran explícitamente el liderazgo español en las redes internacionales, siendo previsible que una mayor centralidad en las redes revierta en mejores resultados de la calidad del sistema.
- La geografía de la colaboración internacional en ciencia y tecnología, aún altamente concentrada, estimula la búsqueda de más

nexos con, por ejemplo, los países asiáticos de mayor dinamismo, así como profundizar en la colaboración en sectores que resultan clave para el desarrollo de la era digital.

- La descripción de la colaboración internacional y las diferencias en el territorio español que se observan en este capítulo invitan también a sugerir una evaluación y estudio en profundidad de la desigualdad interior en la productividad científica, en la que, más allá del efecto que genera el tamaño de los sistemas regionales y de las dinámicas intrínsecas a las áreas de conocimiento, se prestara especial atención a la producción de las universidades y centros de investigación, a la gestión y efecto de las grandes instalaciones y la integración en programas internacionales, y a la vinculación entre ciencia y tecnología.
- Por último, el patrón de colaboración tecnológica internacional que muestra España sugiere la necesidad de establecer un diálogo más cercano entre la política científica y tecnológica y la política económica e industrial, incluso de manera más específica, incorporando la variable de internacionalización como un elemento determinante de los programas orientados a promover la innovación y la internacionalización empresarial.

## Bibliografía

- Alcácer, J., Cantwell, C. y Piscitello, L. (2016). Internationalization in the information age: A new era for places, firms, and international business networks? *Journal of International Business*, 47(5), 499-512.
- Álvarez, I. y Marín, R. (2017). La internacionalización de la ciencia y la tecnología. En *Informe sobre la ciencia y la tecnología en España* (pp. 91-101). Madrid: Fundación Alternativas.
- Archibugi, D. y Filippetti, A. (eds.) (2015). *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*. Chichester (UK): Wiley & Sons, Ltd.
- Archibugi, D. y Michie, J. (1995). The globalisation of technology: A new taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 121-140.
- Cimini, G., Zaccaria, A. y Gabrielli, A. (2016). Investigating the interplay between fundamentals of national research systems: Performance, investments and international collaborations. *Journal of Informetrics*, 10, 200-211.
- Ductor, L. (2015). Does Co-authorship Lead to Higher Academic Productivity? *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 77(3), 385-407.
- González Alcaide, G., Valderrama Zurián, J.C. y Aleixandre Benavent, R. (2012). Análisis del proceso de internacionalización de la investigación española en ciencia y tecnología (1980-2007). *Revista Española de Documentación Científica*, 35(1), 94-118.
- Leydesdorff, L. y Wagner, C. S. (2008). International collaboration in science and the formation of a core group. *Journal of Informetrics*, 2, 317-325.
- Li, E., Lia, C. y Yen, H. R. (2013). Co-authorship networks and research impact: A social capital perspective. *Research Policy*, 42, 1515-1530.
- Luukkonen, T., Persson, O. y Sivertsen, G. (1992). Understanding patterns of inter-

- national scientific collaboration. *Science, Technology & Human Values*, 17(1), 101-26.
- MARC (2009). *Sharing Risk: A Study of Corporate Alliances*. M&A Research Centre.
- Mattsson, P., Laget, P., Nilsson, A. y Sundberg, C. J. (2008). Intra-EU vs extra-EU scientific co-publication patterns in EU. *Scientometrics*, 75(3), 555-574.
- Olmeda Gómez, C., Perianes-Rodríguez, A., Ovalle Perandones, A., Guerrero Bote, V. y Moya Anegón, F. (2009). Visualization of scientific coauthorship in Spanish universities: From regionalization to internationalization. *Aslib Proceedings*, 61(1), 83-100.
- Peters, M. A. (2006). The rise of global Science and the emerging political economy of international research collaborations. *European Journal of Education*, 41(2), 225-244.

# Anexos

**Cuadro A1. Colaboración internacional en publicaciones. Comunidades autónomas, 2014**

	Colaboración internacional (%)	Productividad	Número de documentos	Publicaciones de excelencia (%)
Total España	47,1	0,6	78.740	12,9
Andalucía	40,1	1,2	15.652	12
Aragón	42,9	1,1	4.028	12,2
Asturias	41,7	1,2	2.467	14
Baleares	43,7	1,1	1.508	13,8
Canarias	52,7	1,4	2.926	11,6
Cantabria	45,5	1,3	1.400	15,8
Castilla-La Mancha	34,7	1,4	2.032	10,6
Castilla y León	39,1	0,7	4.316	10,8
Cataluña	50,2	1,2	30.896	16,7
Comunidad Valenciana	39,9	1,1	12.042	12,4
Extremadura	33,7	1	1.254	9,6
Galicia	43,6	1	5.128	11,5
La Rioja	33,6	0,6	485	11,1
Madrid	45,6	1	28.800	13,5
Murcia	38,7	0,8	2.939	12,4
Navarra	41,3	0,7	2.103	15,3
País Vasco	50,1	0,6	6.341	15

Fuente: FECYT-ICONO.

**Cuadro A2. Colaboración científica internacional por áreas de conocimiento**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total España	35,2	36,2	37,5	38,1	39,6	40,9	42,1	43,3	45,1	47,1
Agricultura y Ciencias Biológicas	38	39,4	41,4	43,3	46,6	48,5	50,1	51,6	54	56,3
Arte y Humanidades	13,8	13,5	16,9	15,2	14,7	13,9	16,1	15,7	17	16,4
Bioquímica, Genética y Biología Molecular	41,4	39,6	45	46	48,5	50,7	50,7	51,7	54	57,4

Ciencias de la Computación	30,7	33,3	34,7	33,6	36,2	37,5	40,3	41,4	44,8	46,6
Ciencias de la Decisión	32,8	33,7	32,1	37	34,7	43,8	38,7	41,7	43,1	48,8
Ciencias de los Materiales	46,7	45,8	49,1	49,8	50,3	51,2	52	54,8	54,6	58,6
Ciencias Medioambientales	36,8	36,8	38,5	37,4	39,7	43,5	43,8	46,9	48,6	52,3
Ciencias Planetarias y del Espacio	58,8	60,1	61,6	62,2	65,5	65,4	66,4	66,3	67,7	68,8
Ciencias Sociales	22,7	24,9	23,6	21,9	21,3	20,7	20	22	22,9	23,7
Economía, Econometría y Finanzas	31,9	31,2	34,2	30,4	30,9	32,3	34,3	36,2	40,9	41,9
Energía	38,1	39,6	37,4	36,2	37	39,3	40,2	45,1	46	50,3
Enfermería	17,3	18,8	19,9	25	25,6	27,9	26,8	27	30,2	29,7
Farmacología, Toxicología y Farmacéutica	30,5	30,7	34	35,7	35,1	40,3	41,5	43,6	43,3	47,2
Física y Astronomía	58,8	57,3	59,9	59,9	61,4	63,4	63,7	65,6	67,1	67,2
Gestión Empresarial	23,9	22,6	27	28,1	27,7	31,1	33,3	35	36,2	39,9
Ingeniería	39	39,4	38,5	37,7	38,7	39,6	40,3	41,9	44,8	46,2
Ingeniería Química	32,7	34,2	36,9	39	39,2	42,1	41,8	44,6	46,5	52,4
Inmunología y Microbiología	39,2	42,6	43,9	45,5	47,2	49,2	51,7	51,8	53,9	58,4
Matemáticas	38,1	37,8	41,9	39,1	44,2	43,4	46,8	47,1	50,3	50,4
Medicina	22,3	22,9	25,3	27,7	30,2	32,5	34	36,8	40,9	43
Multidisciplinar	74,6	74,5	79	71,7	72,4	76,1	74,5	76	76,9	72,7
Neurociencias	41,8	42,4	45	42,5	46,3	48,7	49,9	51,3	52,9	55
Odontología	28,2	28,7	22,3	26,8	31,5	20,5	28,9	33,1	31,6	36,5
Profesiones de la Salud	28,9	33,1	34,8	35,6	35,4	33,4	32,7	40,6	34,5	41,7
Psicología	32,1	35	30,4	30,3	32,1	30,4	31,9	35,2	37,3	39,4
Química	38,6	38,9	42,2	42,5	44,4	46,6	46,9	47,7	50,8	53,9
Veterinaria	34,9	42,7	45,4	38,6	42,4	42,9	48,3	45,9	50,5	53,8

Fuente: FECYT-ICONO.