



---

## ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

---

### Los sectores institucionales en la producción científica española de difusión internacional

Borja González-Albo\*, Javier Aparicio\*, Luz Moreno\*\*, María Bordons\*\*

\*Unidad Transversal de Apoyo a la Investigación (UTAI), Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

\*\*Grupo de Análisis Cuantitativo en Ciencia y Tecnología (ACUTE), Instituto de Filosofía (IFS), Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Correo -e: [borja.gonzalezalbo@cchs.csic.es](mailto:borja.gonzalezalbo@cchs.csic.es)

Recibido: 16-02-2015; 2ª versión: 26-06-2015; Aceptado: 15-07-2015.

**Cómo citar este artículo/Citation:** González-Albo, B.; Aparicio, J.; Moreno, L.; Bordons, M. (2016). Los sectores institucionales en la producción científica española de difusión internacional. *Revista Española de Documentación Científica*, 39(1): e115. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2016.1.1260>

**Resumen:** Los sectores institucionales, como agrupaciones de centros con características similares en su actividad y orientación a la investigación, constituyen una interesante unidad de análisis que puede servir además como marco de referencia en los estudios de I+D. El análisis de la producción científica de España (2000–2011) recogida en la base de datos Web of Science permite observar el predominio del sector universitario (66%), seguido de los Organismos Públicos de Investigación (OPI) (23%) y del sector sanitario (18%). Las entidades sin ánimo de lucro (ESAL) (10%), que incluyen tanto las Entidades Tradicionales sin Ánimo de Lucro (ETSAL) como las nuevas Estructuras de Investigación sin Ánimo de Lucro (EISAL), muestran junto con los OPI los valores más altos de impacto, tanto a través de indicadores basados en el factor de impacto de sus revistas de publicación – posición normalizada, porcentaje de artículos en primer cuartil – como de las citas recibidas por sus artículos. La Universidad presenta el perfil de producción más distribuido entre las distintas áreas temáticas, y es el único sector especializado en determinados campos como Ciencias Sociales, Humanidades o Matemáticas, mientras que el Sector Sanitario muestra una alta especialización en Medicina Clínica. A lo largo del periodo los distintos sectores tienden a aumentar su producción, obtener indicadores de impacto más elevados e incrementar su investigación en colaboración e internacionalización. Destaca el auge experimentado por las entidades sin ánimo de lucro, y en particular por las EISAL, que incrementan de forma muy llamativa su producción y realizan investigación de alto impacto relativo, sobre todo en el área biomédica. No se observa relación entre las áreas de especialización de los sectores y aquellas en las que obtienen el mayor impacto.

**Palabras clave:** Sectores institucionales; España; indicadores bibliométricos; Web of Science.

#### Institutional sectors in the international scientific production from Spain

**Abstract:** Institutional sectors —groups of centers with similar characteristics and types of R&D— constitute an interesting unit of analysis that can also serve as a useful framework for benchmarking purposes in R&D studies. The analysis of Spanish scientific output included in the Web of Science database (2000–2011) shows the predominance of Universities (66%), followed by the Public Research Organisations (OPI) (23%) and the Health Sector (18%). Non-profit organizations (ESAL) (10%), which include both Traditional Entities with non-Profit Aims (ETSAL) and new Research Structures with non-Profit Aims (EISAL), show the highest impact values, regardless of whether indicators based on impact factors (normalised position, percentage of articles in the first quartile) or on citations are used. Universities present a more evenly distributed thematic profile and it is the only sector specialized in fields such as Social Sciences, Humanities or Mathematics, while the Health Sector is highly specialized in Clinical Medicine. During the period studied, the different sectors tended to increase their scientific production, to publish in higher impact factor journals and to intensify the level of collaboration and internationalization of their publications. Especially noteworthy is the strong rise of non-profit organizations, in particular the case of EISAL, which conduct high impact research mainly in Biomedicine. No relationship has been found between the areas in which the sectors are specialized and those in which they obtain the highest impact.

**Keywords:** Institutional sectors; Spain; bibliometric indicators; Web of Science.

**Copyright:** © 2016 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-Non Commercial (by-nc) Spain 3.0.

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los análisis bibliométricos centrados en la actividad científica de los sectores institucionales de un país no son muy numerosos porque su delimitación no es sencilla y constituyen grupos de instituciones con cierto grado de heterogeneidad. Sin embargo, la actividad de estas agrupaciones se describe someramente en muchos estudios que analizan la actividad científica de un país (Sort García y Rodríguez Méndez, 2012; Moya y otros, 2013) o como un primer acercamiento a otras unidades de análisis como centros o instituciones concretas para contextualizarlos (Bordons y otros, 2014). Existen en la literatura algunos estudios centrados en el papel de los distintos sectores institucionales en la actividad científica de un país, bien de forma global (Godin y Gingras, 2000; De Filippo y otros, 2013) o en determinadas áreas temáticas (Lander, 2013), pero son más frecuentes los trabajos que analizan la actividad de un determinado sector como las empresas (Moya-Anegón y otros, 2014; Chang, 2014) o las universidades (Huang y otros, 2006; Bordons y otros, 2010; Grupo Scimago, 2007). Especial mención hay que hacer de los estudios sobre la colaboración inter-sectorial, y más concretamente la colaboración entre la universidad y la empresa, que ha despertado un gran interés en la literatura por su importancia para facilitar la transferencia de conocimiento entre el sector público y privado (Abramo y otros, 2009).

El Manual de Frascati, que aporta definiciones y categorías de actividades a tener en cuenta para la obtención de estadísticas de I+D, señala la importancia de la clasificación institucional de los esfuerzos nacionales de I+D por sectores, ya que los sectores difieren en sus características y orientación a la investigación. La sectorialización institucional facilita la recogida de datos de I+D, pero también su análisis e interpretación (OCDE, 2003). De hecho, los indicadores de actividad científica de un país a nivel sector proporcionan una información interesante y rica sobre algunos aspectos de la estructura y dinámica de la investigación en el contexto nacional. Tal y como apunta Lander (2013), estudiar el papel de los diferentes sectores institucionales y las relaciones que se establecen entre ellos, influidas por sus distintas motivaciones y formas de colaborar, es clave para establecer un modelo realista y preciso de los procesos de I+D. Por otro lado, los indicadores a nivel de sectores institucionales permiten establecer puntos de referencia para la posterior comparación de las distintas entidades de investigación que se encuentran incluidas en cada una de las agrupaciones. Finalmente, es posible ana-

lizar el rendimiento de los distintos sectores en función del esfuerzo y dedicación que invierten en tareas de investigación si se cuenta con datos de input o estadísticas de I+D recogidos con el mismo criterio.

En este contexto, el presente trabajo contempla los siguientes objetivos:

1. Describir la actividad investigadora de los sectores institucionales españoles en el periodo 2000–2011 a partir de su producción científica incluida en la base de datos Web of Science (WoS), centrándose en las siguientes cuestiones:
  - ¿Cuál es su contribución al conjunto de la producción científica española?
  - ¿Existen diferencias entre sectores institucionales en su especialización temática y en su impacto científico? ¿Obtienen los sectores su mayor impacto en sus áreas de especialización?
  - ¿Se observan diferencias en el patrón de colaboración de los distintos sectores?
2. Analizar la evolución de los distintos sectores institucionales, comparando su actividad en el primer y último bienio del periodo analizado:
  - ¿Se aprecian cambios en su contribución a la producción total del país?
  - ¿Se mantiene estable su especialización temática? ¿Qué sectores muestran una evolución más positiva en su impacto?
  - ¿Cuál es la evolución de los distintos sectores en lo que se refiere a su actividad en colaboración?

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y JUSTIFICACIÓN

Datos de producción científica desagregados por sectores institucionales se encuentran en los informes que analizan la actividad científica y tecnológica de países como Holanda (Tijssen y otros, 2010), Japón (Science and Technology Indicator Project Team, 2004), Finlandia (Lehvo y Nuutinen, 2006) o Estados Unidos (National Science Board, 2014). En el caso de España, cabe destacar la publicación "Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2010", editada por FECYT, que incluye un apartado con un análisis descriptivo de la actividad, colaboración y el impacto de los distintos sectores institucionales del país (Moya-Anegón y otros, 2013). Así mismo, el grupo ACUTE incluye de forma habitual resultados acerca de sectores en los informes realizados sobre el CSIC (Bordons y otros, 2014) o la Comuni-

dad de Madrid (Gómez y otros, 2009). A nivel regional se pueden citar los estudios sobre Cataluña (Rovira y otros, 2007) o Andalucía (Moya-Anegón y otros, 2008) que presentan gran parte de sus resultados por sectores institucionales.

Sin embargo, los artículos científicos centrados en el estudio comparativo de la actividad de uno o más países por sectores institucionales no son muy numerosos. Se puede señalar el estudio de Katz y Hicks (1996), que analiza la actividad científica británica utilizando como base la distribución en sectores institucionales, y destaca el importante papel jugado por la Universidad. De un modo similar, Godin y otros (2002) realizaron un estudio de la producción científica canadiense por sectores institucionales, profundizando en la aportación de la Universidad, la relación de ésta con la industria y la necesidad de una política activa para fomentar dicha colaboración. Otros estudios analizan el papel que juegan los diferentes sectores institucionales en la investigación sobre temas específicos (Lander, 2013) o, con más frecuencia, el sector institucional es una variable de estudio adicional, sin abordarse su estudio en profundidad, en trabajos con muy diversos objetivos (es el caso, por ejemplo, del artículo sobre las redes de colaboración en el sexto programa marco de Ortega y Aguillo, 2010).

En resumen, podemos señalar que los análisis comparativos de la actividad de los distintos sectores institucionales realizados a través de indicadores bibliométricos no son muy abundantes. En lo que se refiere a España, tiene especial interés el estudio antes mencionado de Moya-Anegón y otros (2013), que dedica un capítulo a los sectores institucionales en España, pero considera sólo cuatro sectores (frente a los seis estudiados en este trabajo), y analiza un periodo temporal más corto. El presente estudio analiza la producción científica de España por sectores institucionales para caracterizar su actividad y su evolución a lo largo de doce años. El interés de este tipo de agrupación es que los centros de un mismo sector institucional suelen compartir una misión, un contexto organizativo y unas políticas de gestión de recursos, lo que le confiere especial valor como unidad de análisis.

### 3. METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio se ha descargado la producción científica española incluida en la base de datos WoS (SCIE, SSCI, A&HCI) en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2011, utilizando el campo país (CU) y el término *Spain*, como criterios de búsqueda. La búsqueda se reali-

zó en 2014, siendo 2011 el año más reciente analizado para poder contar con una ventana fija de citación de tres años para todos los documentos. A través de un proceso semiautomático de tratamiento de datos se asignó a cada centro firmante incluido en los documentos su sector institucional correspondiente (Morillo y otros, 2013).

La clasificación de sectores institucionales utilizada distingue las siguientes seis agrupaciones:

- Administración. Incluye ministerios, gobiernos regionales, diputaciones, ayuntamientos y organismos autónomos vinculados a las diferentes administraciones, siempre y cuando no sean Organismos Públicos de Investigación.
- Empresas, tanto públicas como privadas.
- Entidades sin Ánimo de Lucro (ESAL). Comprende dos subgrupos: Entidades Tradicionales sin Ánimo de Lucro (ETSAL), que incluye asociaciones, colegios profesionales, fundaciones, sociedades científicas, parques, plataformas científico-tecnológicas, sindicatos, iglesia, etc.; y Estructuras de Investigación sin Ánimo de Lucro (EISAL), que agrupa redes de investigación, corporaciones, y entidades multisectoriales.
- Organismos Públicos de Investigación (OPI), que incluye el CSIC y otros organismos recogidos en la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación<sup>1</sup>.
- Sector Sanitario. Comprende hospitales, centros de salud y centros socio-sanitarios. Debe tenerse en cuenta que en el caso de los hospitales universitarios, cuando firma un hospital o centro de salud junto con alguna universidad a la que están vinculados, se adjudica el documento al centro sanitario y no a la Universidad.
- Universidad.

Esta clasificación difiere de la propuesta por el Manual de Frascati, que distingue sólo cuatro agrupaciones (Administración Pública, Empresas, Enseñanza Superior e Instituciones Privadas sin Fines de Lucro), pero se ajusta mejor a los distintos tipos de centros que realizan investigación en España y es muy similar a la utilizada por otros autores (Maltrás y Quintanilla, 1992). Se ha considerado adecuada la separación de los Organismos Públicos de Investigación del resto de la Administración en tanto que su funcionamiento, financiación y finalidad son diferentes del resto de organismos que constituyen la jerarquía burocrática del Estado.

Hay que señalar que en un pequeño porcentaje de documentos, que no llega al 1% y que disminuye con los años, no se ha podido asignar un sector institucional, al no incluir la dirección de trabajo informacional, por lo que no se han considerado en el estudio. Aunque algunos datos iniciales se muestran para todo tipo documental, la mayoría de los resultados se presentan para "ítems citables", que incluye artículos originales y revisiones, agrupados bajo la denominación de "artículos".

Para los distintos sectores se incluyen distintos indicadores absolutos y relativos sobre su actividad, visibilidad y colaboración que se describen a continuación.

- *Indicadores de actividad*

Se cuantifica la actividad de los distintos sectores a través del número de publicaciones recogidas en WoS durante el período en estudio. Se han considerado 10 grandes áreas temáticas<sup>2</sup> –similares a las establecidas por el *Current Contents*– por agregación de las disciplinas en las que Thomson Reuters clasifica las revistas incluidas en WoS.

La especialización temática de los sectores se analiza mediante el índice de actividad (IA) que resulta del cociente entre el porcentaje de documentos que un sector dedica a un área y el porcentaje que dedica el total del país. Valores superiores a la unidad indican la mayor especialización de un sector en las áreas correspondientes.

Se ha utilizado la curva de Lorenz y el coeficiente de Gini para analizar la concentración de la producción por áreas temáticas de cada uno de los sectores. La curva de Lorenz permite describir la distribución relativa de una variable en un dominio determinado. Descrita en economía, permite medir las desigualdades de una sociedad al analizar las distribuciones de los ingresos y de la población, pero también se utiliza en otras disciplinas y con variables no propiamente económicas. El coeficiente de Gini es la expresión numérica del área que forma la curva de Lorenz con la bisectriz, que determina la igualdad perfecta en la distribución de la variable analizada. El coeficiente de Gini oscila entre 0 (distribución muy equitativa) y 1 (desigualdad total). Para su representación y cálculo se ha utilizado la hoja de cálculo de Barlan (2010).

- *Indicadores de impacto*

a) Los indicadores de impacto basados en revistas se calculan a partir de los datos del Factor de Impacto publicados en el *Journal Citation Reports* (JCR), que se considera indicador del prestigio y/o visibilidad de las revistas de publicación.

Se calculan los siguientes indicadores: porcentaje de artículos en revistas del primer cuartil (Q1) de cada disciplina en orden descendente de factor de impacto, y posición normalizada (PN) (Bordons y Barrigón, 1992). Debido a que Thomson no calcula factores de impacto para las revistas de Humanidades, este indicador no se usa en estas áreas.

b) Los indicadores de impacto a nivel documento estudian las citas obtenidas por los mismos, como una medida de su reconocimiento y utilidad para la creación de nuevo conocimiento. Si bien es cierto que los indicadores basados en citas han sido ampliamente utilizados y aceptados, no hay que olvidar sus limitaciones (véase, por ejemplo, Moed, 2005). En este estudio se han calculado las citas con dos ventanas de citación, una fija de tres años y otra variable desde la publicación del artículo hasta febrero de 2014. Sin embargo, sus resultados son similares por lo que sólo se muestran los obtenidos con la ventana fija. Se consideran los siguientes indicadores: número medio de citas por artículo, porcentaje de artículos no citados, porcentaje de artículos muy citados (HCP, siglas que corresponden a "*highly cited papers*") y citas relativas a España (CRE).

Para el cálculo del porcentaje de artículos muy citados se ha estudiado la contribución de los distintos sectores institucionales al 1% de los artículos de España más citados en cada disciplina. Hay que tener en cuenta que en algunas disciplinas varios artículos pueden tener el mismo número de citas que el umbral establecido para identificar el núcleo del 1% de artículos más citados; en estos casos todos ellos se consideran HCP, por lo que el porcentaje de artículos muy citados puede ser ligeramente superior al 1%. Por otro lado, si un artículo es considerado HCP en una disciplina, se considera como tal, independientemente de que pueda estar además asignado a otra u otras disciplinas donde no lo sea. Por último, señalar que para este cálculo se consideran sólo aquellas disciplinas que tienen 50 o más artículos en el período estudiado, y que se prescinde de los artículos de Humanidades, por la menor validez de las citas a corto plazo en estas disciplinas.

La tasa de citación relativa a España (CRE) compara las citas recibidas por un artículo con las citas medias de la producción del país en la disciplina a la que pertenece la revista de publicación del artículo y en el año de publicación. En el caso de que un artículo esté asignado a más de una disciplina, se calcula el indicador en cada una de ellas y posteriormente se obtiene la media. Finalmente, se calcula el valor medio para cada sector institucional, de forma que si el valor obtenido es superior a

uno, se puede concluir que su visibilidad está por encima de la del promedio del país.

- *Colaboración científica*

La colaboración científica se analiza a través de los siguientes indicadores: número de autores por artículo, número de centros por artículo y patrón de colaboración. Se denomina patrón de colaboración a la distribución de artículos según el tipo de colaboración entre instituciones: a) sin colaboración (una única institución); b) colaboración nacional: artículos en colaboración entre dos o más instituciones españolas; c) colaboración nacional e internacional: artículos con colaboración nacional e internacional (dos o más instituciones españolas y al menos una institución extranjera); y d) colaboración internacional: artículos en los que una institución española colabora con al menos una institución extranjera. Se analiza el patrón de colaboración de los diferentes sectores institucionales, su evolución a lo largo del tiempo, y la presencia de colaboración intersectorial.

Se utiliza el análisis de redes para representar la colaboración intersectorial. Los nodos representan a los sectores y su tamaño es proporcional a su producción. La colaboración entre sectores se representa mediante líneas, cuyo grosor será mayor cuanto más fuerte sea la relación. La fuerza de las relaciones viene dada por el índice Salton:

$$NDoc \text{ en colaboración entre sectores A y B}$$

$$\sqrt{NDoc \text{ en colaboración sector A} \times NDoc \text{ en colaboración sector B}}$$

La representación gráfica se realiza a través del software Pajek (Batagelj y Mrvar, 2014), aplicando el algoritmo Kamada-Kawai (Kamada y Kawai, 1989) y configurando el programa para que trate el peso de las relaciones como similitud entre nodos, mostrándose aquellos nodos con colaboraciones más fuertes más próximos entre sí.

#### 4. RESULTADOS

La producción científica española ha aumentado desde 26.549 documentos en 2000 (2,2% de la producción mundial) hasta 61.230 en 2011 (3,4%), lo que supone un incremento de más de un 125%, aumento superior al observado para el total de la producción mundial en el mismo periodo (50%)<sup>3</sup>. Limitándonos a artículos originales y revisiones, que denominaremos "artículos" a lo largo del trabajo, la producción de España entre 2000 y 2011 asciende a 411.602 artículos, lo que representa el 82% del total de los 500.712 documentos del país.

El sector institucional con mayor producción en España es la Universidad (66%), seguida de los OPI (23%, correspondiendo el 20% al CSIC), el Sector Sanitario (18%), las Entidades sin Ánimo de Lucro (ESAL) (10%, de las cuales el 6% corresponde a las EISAL y el 4% restante a las ETSAL), la Administración<sup>4</sup> (4%) y las Empresas (4%). La contribución de los distintos sectores a lo largo de los años se mantiene bastante estable, a excepción de las ESAL, que experimentan un importante incremento de forma que su aportación aumenta desde el 3% en 2000 al 17% en 2011 (la producción de las EISAL pasa del 2% al 12% y la de las ETSAL del 1% al 7%).

Mención especial merecen las EISAL, que incluyen un grupo heterogéneo de entidades, de carácter multisectorial, que han incrementado de forma sustancial su producción a lo largo del periodo. Incluyen algunos institutos de investigación médica, como el Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (IDIBAPS), formado por numerosos grupos de investigación de distintas entidades catalanas; entidades de gestión de la investigación, como la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), que contrata investigadores para su integración en equipos de investigación de universidades y centros de investigación; o los Centros de Investigación Biomédica en Red (CIBER), que promueven la colaboración entre grupos consorciados y aportan en el periodo estudiado el 23% de la producción de las ESAL.

- *Especialización temática de los sectores institucionales*

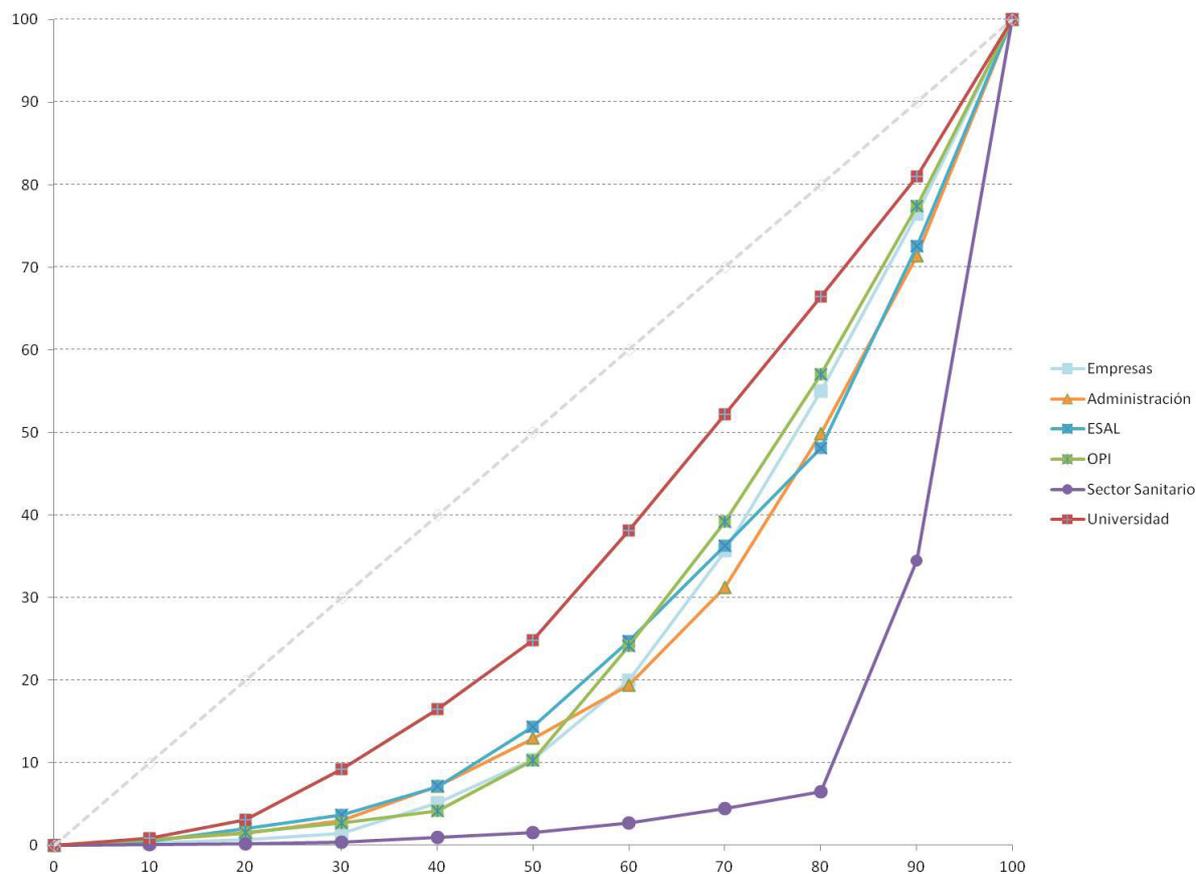
La distribución porcentual de la producción de cada sector institucional por áreas temáticas ofrece una clara imagen de su perfil de actividad. El perfil de la Universidad es muy parecido al del total del país por el importante peso de la producción de este sector en el total de la producción nacional (tabla I).

La Universidad es, además, el sector que muestra una actividad más distribuida por áreas temáticas, tal y como demuestra su menor coeficiente de Gini (0,32). En el otro extremo se sitúa el Sector Sanitario, que concentra el 93% de su producción en solo dos áreas: Medicina Clínica y Biomedicina (coeficiente de Gini=0,80). La figura 1 muestra la distribución relativa de artículos por disciplinas para los distintos sectores institucionales (curva de Lorenz), que es la expresión gráfica del coeficiente de Gini. La bisectriz de la figura corresponde a la situación de perfecta equidad (coeficiente de Gini=0), y la de mayor concentración corresponde al Sector Sanitario que muestra la curva más alejada de la bisectriz de la figura y, por consiguiente, una mayor área entre la bisectriz y la curva.

**Tabla I.** Perfil de actividad temática de los sectores institucionales españoles y del total del país (distribución porcentual de la producción por áreas) (WoS 2000–2011)

Sector institucional	Agric., Biol., Medio Ambiente	Biomedicina	Ciencias Sociales	Física	Humanidades	Ingeniería, Tecnología	Matemáticas	Medicina Clínica	Multidisciplinar	Química
Administración	35,42	14,58	7,12	23,04	1,84	8,01	0,86	26,62	0,96	5,20
Empresas	31,16	28,33	4,79	6,96	0,30	20,78	1,03	25,68	0,63	12,66
ESAL	13,45	31,76	4,46	14,91	0,61	15,36	1,96	35,53	2,18	9,42
EISAL	10,22	32,84	3,95	17,80	0,42	11,75	1,78	39,11	2,47	8,45
ETSAL	17,68	33,11	5,13	9,55	0,82	19,67	2,03	30,15	2,14	11,19
OPI	26,76	23,43	1,90	29,62	1,05	18,20	0,92	8,02	1,56	19,80
Sector Sanitario	2,18	34,33	2,53	0,20	0,09	1,35	0,14	80,36	0,72	0,78
Universidad	18,32	17,28	9,43	18,96	2,86	24,77	7,98	10,89	1,16	18,59
Total España	17,85	20,56	7,02	17,64	2,22	20,10	5,49	21,14	1,17	15,73

**Figura 1.** Curva de Lorenz o grado de concentración de la producción científica de los sectores institucionales españoles por áreas (WoS 2000–2011)



La especialización temática de los diferentes sectores institucionales se presenta en la tabla II, mediante el cociente de la proporción de artículos que cada sector dedica a un área frente al porcentaje que dedica el total de España. El Sector Sanitario es el que muestra la mayor especialización, concretamente en Medicina Clínica, aunque también otros sectores presentan cierta especialización en esta área – ESAL (especialmente las EISAL), Empresas y Administración Pública–, frente a la escasa dedicación al tema de otros como los OPI y la Universidad. Destaca la alta especialización de la Administración, Empresas y OPI en Agricultura/Biología/Medio Ambiente. La Administración muestra también una alta actividad relativa en Física<sup>5</sup>, los OPI en Física y Química, y las Empresas en Biomedicina y Medicina Clínica, áreas en las que también destacan las ESAL. Finalmente, señalar que la Universidad presenta una mayor dedicación que el promedio del país en Matemáticas, Ciencias Sociales, Humanidades, Ingeniería/Tecnología y Química.

A lo largo del periodo la mayor parte de los sectores mantienen su especialización temática. Los cambios más destacables entre el primer y el último bienio corresponden al sector ESAL, que muestra una creciente especialización en el área Multidisciplinar (+0,57 puntos entre los dos bienios analizados), Química (+0,54) y Biomedicina (+0,41), y una menor especialización en Medicina Clínica (-0,54) y Ciencias Sociales (-0,53). La Administración pierde especialización en Física (-0,37), aunque mantiene un índice relativo

a España en el último periodo considerablemente alto (1,32). También es destacable que el Sector Sanitario aumenta su especialización en revistas del área Multidisciplinar (+0,39) y en Biomedicina (+0,32).

- *Impacto de los sectores institucionales: indicadores absolutos y relativos*

La tabla III muestra un resumen de la actividad científica y el impacto de los distintos sectores institucionales, así como su comparación con la media nacional. Los OPI y las ESAL, que constituyen el 23% y el 10% de la producción española respectivamente, son los dos sectores que obtienen los valores más altos en todos los indicadores relativos de impacto. Destacan especialmente las EISAL con un 44% más de artículos en primer cuartil y un valor de citas por artículo un 35% más elevado que el promedio del país.

La comparación entre el primer y el último bienio de los indicadores de actividad e impacto relativo de cada sector (tabla IV) permite observar el ya mencionado incremento del porcentaje de los artículos publicados por las ESAL, con un aumento de 13 puntos porcentuales – 10 puntos en el caso de las EISAL y 5 en el caso de las ETSAL – y la reducción en el porcentaje de artículos no citados con respecto a España tanto de las ESAL como del Sector Sanitario y los OPI. Los OPI y las ESAL, especialmente las EISAL, presentan los valores más altos de citas relativas en ambos bienios. A lo largo de los años se observan cambios muy ligeros en las citas relativas de los distintos sectores.

**Tabla II.** Especialización temática de los sectores institucionales españoles a través de su índice de actividad (WoS 2000–2011)

Sector institucional	Agric., Biol., Medio Ambiente	Biomedicina	Ciencias Sociales	Física	Humanidades	Ingeniería, Tecnología	Matemáticas	Medicina Clínica	Multidisciplinar	Química
Administración	1,98	0,71	1,01	1,31	0,83	0,40	0,16	1,26	0,82	0,33
Empresas	1,75	1,38	0,68	0,39	--	1,03	0,19	1,21	0,53	0,80
ESAL	0,75	1,54	0,63	0,85	0,28	0,76	0,36	1,68	1,86	0,60
EISAL	0,57	1,60	0,56	1,01	0,19	0,58	0,32	1,85	2,11	0,54
ETSAL	0,99	1,61	0,73	0,54	0,37	0,98	0,37	1,43	1,83	0,71
OPI	1,50	1,14	0,27	1,68	0,47	0,91	0,17	0,38	1,34	1,26
Sector Sanitario	0,12	1,67	0,36	0,01	--	0,07	0,02	3,80	0,61	0,05
Universidad	1,03	0,84	1,34	1,07	1,29	1,23	1,45	0,52	0,99	1,18

Nota: se muestra el índice de actividad de los sectores en aquellas áreas con más de 100 artículos en el periodo analizado.

**Tabla III.** Actividad e impacto de los sectores institucionales españoles: indicadores absolutos y relativos al total del país (WoS 2000–2011)

Sector institucional	Datos de sectores					Indicadores relativos a España				
	Art	Citas/Art	% Art sin citas	PN	% Art Q1	% Art	Citas relativas	Indicador relativo de no citación	Relativo PN	Relativo % Art Q1
Administración	17245	5,55	20,64	0,66	45,42	4,19	0,93	0,95	1,00	0,98
Empresas	15653	4,47	22,12	0,63	41,80	3,80	0,87	1,02	0,95	0,91
ESAL	39312	9,23	10,96	0,74	59,48	9,55	1,29	0,51	1,12	1,29
EISAL	25037	10,48	8,39	0,76	66,28	6,08	1,35	0,39	1,15	1,44
ETSAL	16996	7,83	13,77	0,71	56,26	4,13	1,10	0,63	1,08	1,22
OPI	92770	7,46	12,73	0,74	60,80	22,54	1,13	0,59	1,12	1,32
Sector Sanitario	74236	6,63	21,29	0,59	37,29	18,04	0,95	0,98	0,89	0,81
Universidad	271382	4,71	23,39	0,66	44,97	65,93	0,94	1,08	1,00	0,98

**Tabla IV.** Evolución del porcentaje de artículos de los sectores institucionales españoles e indicadores de impacto relativos a España (WoS 2000–2001 y 2010–2011)

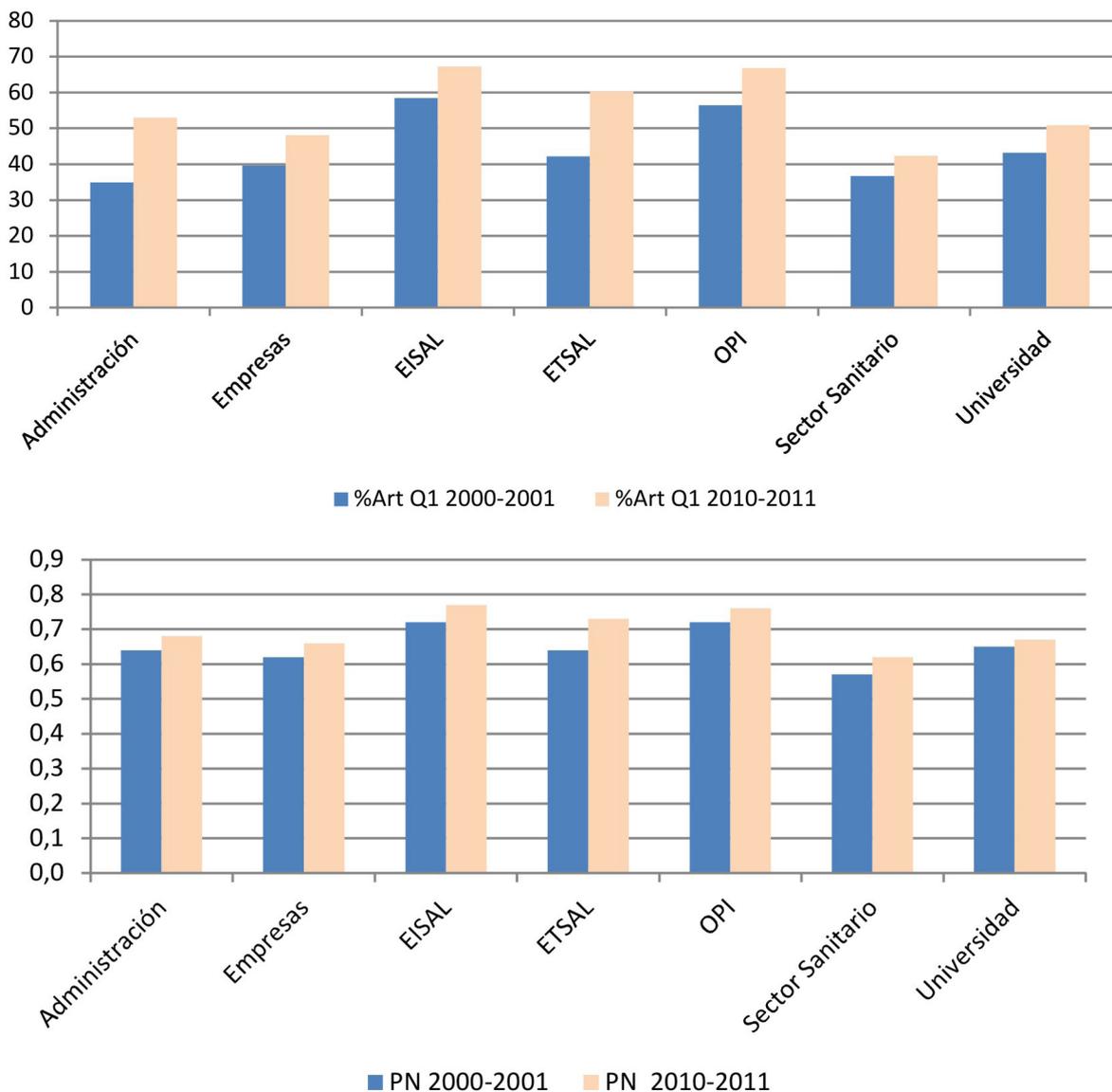
Sector institucional	2000-2001			2010-2011			Diferencias		
	%	Citas Relativas	Índice relativo no citación	%	Citas Relativas	Índice relativo no citación	%	Citas Relativas	Índice relativo no citación
Administración	3,16	0,92	0,96	5,18	0,89	0,99	2,02	-0,03	0,03
Empresas	3,17	0,91	1,04	4,09	0,85	1,04	0,93	-0,06	0,00
ESAL	3,17	1,23	0,76	16,45	1,26	0,48	13,28	0,03	-0,28
EISAL	1,72	1,31	0,49	11,29	1,35	0,38	9,57	0,04	-0,12
ETSAL	1,47	1,13	1,07	6,78	1,12	0,59	5,31	-0,01	-0,48
OPI	22,53	1,18	0,68	22,80	1,13	0,49	0,28	-0,05	-0,20
Sector Sanitario	19,12	0,97	1,09	17,65	0,96	0,93	-1,47	-0,01	-0,17
Universidad	64,36	0,96	1,02	66,52	0,91	1,11	2,15	-0,05	0,09

A lo largo de los años aumenta el porcentaje de artículos que publica España en las mejores revistas de cada disciplina (Q1), que asciende desde el 43% en 2000 hasta el 51% en 2011, destacando los valores superiores a la media del país a lo largo de todo el periodo de OPI y ESAL. La tendencia ascendente en el porcentaje de artículos Q1 se verifica en los distintos sectores institucionales, observándose incrementos entre el primer y el último bienio que van desde 6 puntos porcentuales en el Sector Sanitario hasta 18 puntos en la Administración y las ETSAL. A lo largo del periodo se observan también incrementos en la Posición Normaliza-

da (PN) de las revistas de publicación en todos los sectores, aunque en este caso las diferencias son muy ligeras. En cualquier caso, se verifica a través de los indicadores una tendencia creciente a publicar en revistas de mayor impacto (figura 2).

Considerando el 1% de los artículos españoles más citados en las distintas disciplinas WoS, se ha analizado en qué proporción han participado cada una de las agrupaciones institucionales (tabla V). Resulta muy interesante observar que los Organismos Públicos de Investigación y las Entidades sin Ánimo de Lucro, así como sus dos subsecto-

**Figura 2.** Evolución del porcentaje de artículos en revistas del primer cuartil (Q1) y de la Posición Normalizada (PN) de los sectores institucionales españoles (WoS 2000–2001, 2010–2011)



res, tienen una mayor proporción de HCP de lo que sería esperable en función de su número de artículos. En el total del periodo, las ESAL producen casi el 10% de los artículos españoles, pero son responsables del 19% de los HCP (aunque las EISAL alcanzan mayores valores relativos de HCP que las ETSAL), mientras que los OPI producen el 23% de los artículos del país y el 28% de los HCP. Es decir, que la contribución de las ESAL y de los OPI a los HCP de España es un 96% y un 28% –respectivamente– más elevada de lo esperado. La Universidad, sin embargo, y sobre todo, la Administración y las Empresas, están infrarrepresentadas en el conjunto de HCP atendiendo a

su producción total, lo que sugiere una menor repercusión de sus publicaciones.

A lo largo de los años, la contribución de los distintos sectores al núcleo del 1% de publicaciones de España más citadas en cada disciplina varía, aumentando la contribución de la Administración y las ESAL (en especial las EISAL) mientras que se reduce la de los restantes sectores. Como se ha comentado antes, la contribución de los OPI y las ESAL a los HCP es superior a lo que sería esperable en función de su producción, pero mientras que las ESAL tienden a incrementar su contribución a los HCP a lo largo del tiempo, los OPI reducen su participación.

**Tabla V.** Distribución comparativa del porcentaje de HCP y artículos de España por sectores institucionales (WoS 2000–2011 y bienios 2000–2001 y 2010–2011)

Sector institucional	2000–2001			2010–2011			2000–2011		
	%HCP	%Art	%HCP/ %Art	%HCP	%Art	%HCP/ %Art	%HCP	%Art	%HCP/ %Art
Administración	2,38	3,16	0,75	3,38	5,18	0,65	3,08	4,19	0,74
Empresas	3,06	3,17	0,97	3,05	4,09	0,74	2,60	3,80	0,68
ESAL	4,24	3,17	1,34	27,50	16,45	1,67	18,67	9,55	1,96
EISAL	1,87	1,72	1,08	21,07	11,29	1,87	13,28	6,08	2,18
ETSAL	2,55	1,47	1,73	10,15	6,78	1,50	7,23	4,13	1,75
OPI	31,92	22,53	1,42	30,12	22,80	1,32	28,81	22,54	1,28
Sector Sanitario	20,20	19,12	1,06	18,19	17,65	1,03	17,81	18,04	0,99
Universidad	55,52	64,36	0,86	52,71	66,52	0,79	55,66	65,93	0,84

### Impacto por áreas temáticas

¿Obtienen los distintos sectores un mayor impacto en aquellas áreas científicas en las que están más especializados? Para responder a esta cuestión, se comparan las citas obtenidas por los artículos de cada uno de los sectores, respecto a los valores medios de citas del conjunto nacional en las disciplinas de publicación de los artículos (tabla VI), y se estudia si los valores más altos corresponden a sus campos de especialización (descritos en la tabla II).

Nuestros resultados muestran que los sectores no obtienen su mayor impacto relativo en las áreas en las que están especializados. El hallazgo más llamativo es que los OPI y, sobre todo, las ESAL obtienen los valores más altos de citas relativas en todas las áreas, siendo sus tasas de citación superiores a la media del país en todos los casos – sólo en el caso de la Ingeniería/Tecnología las ETSAL presentan valores sensiblemente inferiores al promedio nacional –. Así, aunque las ESAL están especializadas en Biomedicina (32%), no es aquí donde obtienen sus mayores índices relativos de citación, sino en otras áreas como Física y Ciencias Sociales, en las que tienen escasa producción. También son reseñables los valores de citas relativas obtenidos por los Organismos Públicos de Investigación en Ciencias Sociales –cuya actividad en el área no alcanza el 2% de su producción total–. Por otra parte, sectores como las Empresas, con una dedicación importante en Biomedicina (29%) o Ingeniería/Tecnología (17%), presentan en estas áreas unos índices de impacto en torno a un 20% por debajo de la media nacional. Resulta notorio el alto impacto relativo del Sector Sanitario en el área Multidisciplinar, un 70% por encima de la media del

país, pero hay que recordar que corresponde a un bajo porcentaje de artículos (menos del 1%).

- *Colaboración de los sectores institucionales*

El tamaño del equipo de investigación de los distintos sectores institucionales varía entre los 7 autores de media de los artículos publicados por las Empresas y los 17 de los Organismos Públicos de Investigación, mientras que el número medio de centros oscila entre los 3 y 5 organismos (figura 3)<sup>6</sup>. Los valores medios de España corresponden a 8 autores por artículo y a 3 centros por artículo. Sin embargo, las diferencias entre sectores se reducen si se consideran las medianas (entre 4 y 6 autores y entre 2 y 4 centros), que eliminan el efecto de los valores atípicos (algunos documentos con un número de autores o centros muy elevado). Tanto el número medio de autores como el de centros experimenta un importante crecimiento entre el primer y el último bienio, fundamentalmente en las ESAL y los OPI, cuyo número medio de organismos por artículo se duplica y el número medio de autores se triplica.

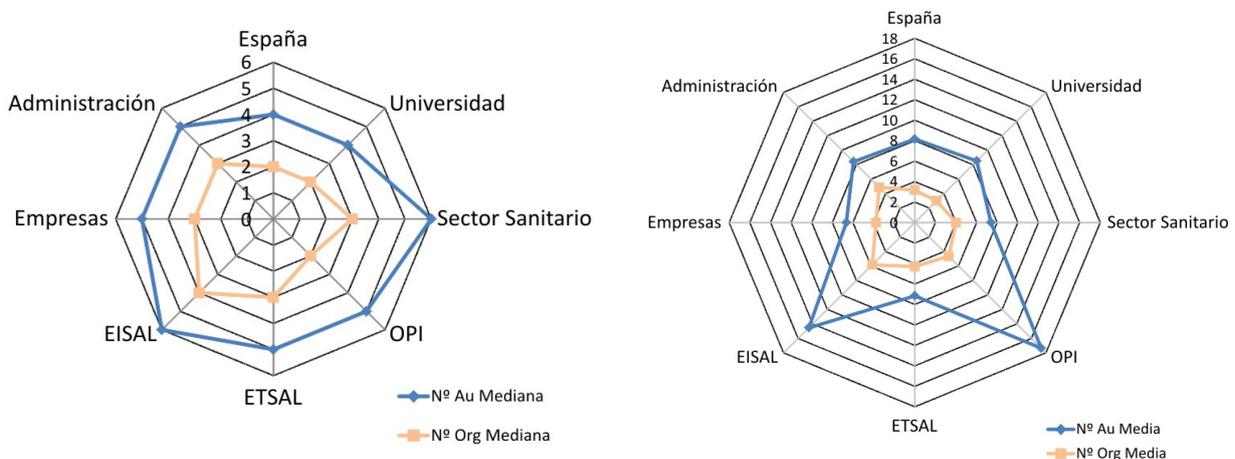
Un tercio de los artículos de España están firmados por un único centro, estando la colaboración nacional presente en el 40% de los artículos y la internacional en el 37% del total (figura 4). Este patrón de colaboración es muy similar al que presenta la Universidad, principal sector institucional productor de artículos, pero se observan diferencias entre sectores. Así, el porcentaje de los artículos realizados por un solo centro oscila entre el 8% de las ESAL y el 32% de la Universidad. En lo que respecta a la colaboración internacional (colaboración sólo internacional más colaboración nacional e internacional), los OPI y las ESAL alcanzan los valores más altos (45%

**Tabla VI.** Citas relativas a España de los sectores institucionales españoles por áreas temáticas (WoS 2000–2011)

Sector institucional	Agric., Biol., Medio Ambiente	Biomedicina	Ciencias Sociales	Física	Ingeniería, Tecnología	Matemáticas	Medicina Clínica	Multidisciplinar	Química
Administración	0,90	0,96	0,97	1,04	0,79	0,58	0,86	1,32	0,88
Empresas	0,95	0,85	1,09	0,85	0,75	0,75	0,93	0,85	0,86
ESAL	1,27	1,26	1,46	1,42	1,14	1,26	1,31	1,47	1,27
EISAL	1,38	1,28	1,71	1,57	1,40	1,27	1,36	1,53	1,42
ETSAL	1,20	1,27	1,18	1,04	0,95	1,24	1,20	1,48	1,10
OPI	1,12	1,20	1,29	1,15	1,10	1,21	1,17	1,28	1,10
Sector Sanitario	0,99	1,00	1,03	1,03	0,87	0,65	0,94	1,80	0,83
Universidad	0,89	0,99	0,89	0,96	0,94	0,93	0,94	0,77	1,02

Nota: Se destacan los valores de citas relativas superiores a 1,10. No se muestran las Humanidades por la menor validez de las citas a corto plazo en esta área.

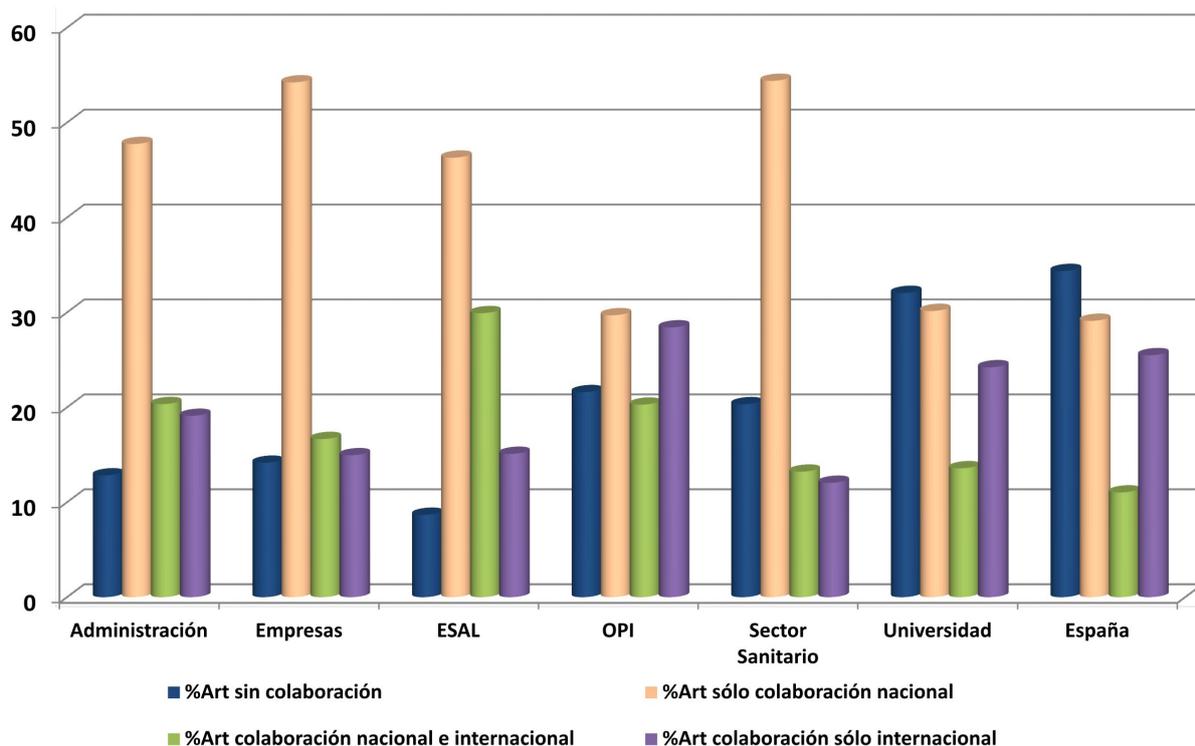
**Figura 3.** Mediana y media del número de autores y organismos de los sectores institucionales españoles (WoS 2000–2011)



y 49% respectivamente), mientras que el Sector Sanitario y las Empresas muestran valores inferiores a la media del país (25% y 32% respectivamente). La colaboración nacional (suma de colaboración sólo nacional y colaboración nacional e internacional) es superior a la del conjunto de la producción española en todos los sectores analizados excepto en la Universidad, destacando los valores obtenidos por las ESAL (76%) y las Empresas (71%).

La comparación del bienio inicial y final del periodo pone de manifiesto los principales cambios que se producen en las prácticas de colaboración a lo largo de los años. En el total del país, se observa que el porcentaje de artículos realizados por un solo centro se reduce en 14 puntos porcentuales, mientras que se incrementa la fracción de producción en colaboración nacional (+11 puntos) e internacional (+12 puntos). El descenso relati-

**Figura 4.** Patrón de colaboración de los sectores institucionales españoles (WoS 2000–2011)



vo de la producción realizada por un solo centro se evidencia en todos los sectores institucionales, aunque es menor en la Administración y máximo en el Sector Sanitario. El incremento de la colaboración nacional es similar en los distintos sectores, mientras que el mayor incremento de la colaboración internacional se observa en el sector de las ESAL (+20 puntos).

El estudio de las relaciones intersectoriales permite apreciar cómo los diferentes sectores colaboran fundamentalmente con la Universidad (tabla VII), si bien son especialmente destacables los valores obtenidos por las Empresas, las ESAL y la Administración. Por el contrario, la menor colaboración se produce siempre con las Empresas, de forma que ningún sector publica más del 8% de sus artículos con la industria. En cuanto a la colaboración entre instituciones del mismo sector, es el Sanitario el que alcanza un mayor porcentaje (35% de los artículos en colaboración), junto con la Universidad (33%), mientras que la menor colaboración intra-sectorial corresponde a las Empresas (7%).

La colaboración Universidad–Empresa, que es objeto de numerosos estudios en la literatura por

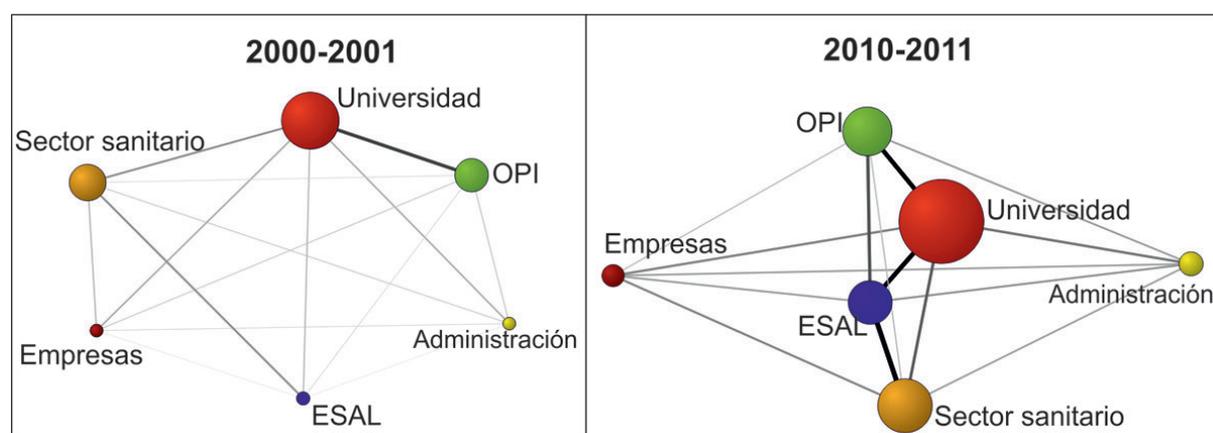
su importante papel en la transferencia de conocimiento entre el sector público y el privado, supone el 4% de los documentos en colaboración de la Universidad y el 51% de los correspondientes a las Empresas, y ha experimentado un ligero aumento a lo largo del periodo. En el bienio inicial, los artículos en colaboración entre estos sectores representaban el 1% del total de los artículos españoles, alcanzando el 2% en el bienio final.

La figura 5 muestra cómo la producción en colaboración entre los distintos sectores (nodos) y la fuerza de los vínculos entre ellos (grosor de las líneas) aumenta a lo largo del tiempo. Destaca la evolución de las ESAL, que en sus inicios mostraban una baja producción en colaboración ligada en su mayor parte al Sector Sanitario, y en los últimos años, no sólo ha aumentado considerablemente su producción en colaboración, sino que además se aprecia una mayor intensidad en sus relaciones, sobre todo con la Universidad y los OPI, manteniendo la fuerte colaboración inicial con el Sector Sanitario. La Universidad y las ESAL desempeñan un importante papel en el núcleo de la red en el segundo periodo, en el que se crean dos importantes triadas que incluyen a los OPI y al Sector Sanitario.

**Tabla VII.** Porcentaje de colaboración intersectorial de la producción científica española (WoS 2000–2011)

Sector Institucional	Administración	Empresas	EISAL	ETSAL	OPI	Sector Sanitario	Universidad
Administración	10,56	8,49	4,63	6,19	4,31	4,64	3,85
Empresas	7,59	7,23	4,23	5,46	2,85	5,15	3,69
EISAL	7,21	7,38	12,19	17,91	6,67	12,13	5,85
ETSAL	6,25	6,17	11,61	4,44	3,09	6,29	4,15
OPI	20,85	15,45	20,71	14,81	15,42	7,49	16,52
Sector Sanitario	18,25	22,65	30,62	24,48	6,09	35,25	9,93
Universidad	47,26	50,70	46,04	50,43	41,87	30,97	33,20
Total art. colab.	15.034	13.437	23.430	15.190	72.736	59.144	184.399

**Nota:** Porcentajes calculados en columnas sobre el total de artículos en colaboración de cada sector institucional. La diagonal incluye la colaboración intra-sectorial.

**Figura 5.** Colaboración entre los sectores institucionales españoles (WoS 2000–2001 y 2010–2011)


## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La producción científica española en los primeros doce años del siglo XXI sigue la tendencia ascendente iniciada en la mitad de la década de los ochenta en respuesta a un intento de estructuración e impulso de la investigación nacional (Bordons, 2004; Maltrás y Quintanilla, 1992). De esta manera, en este estudio se observa: un importante incremento en el número de publicaciones, en especial de algunos sectores como las ESAL; una tendencia creciente a publicar en revistas de alto impacto; un desarrollo progresivo de prácticas colaborativas en la investigación; y una intensificación de su internacionalización a través de una mayor colaboración con investigadores de centros extranjeros. No obstante, la participación del sector Empresas en la investigación continua siendo muy reducida.

El sector universitario es responsable de dos tercias partes de la producción científica a lo lar-

go de todo el periodo. Este importante papel de la Universidad en la generación de nuevo conocimiento y en su difusión a través de publicaciones científicas coincide con lo descrito en otros países, como Holanda (80% de la producción procede de la Universidad), Estados Unidos (75%) o el Reino Unido (60%) (Tijssen y otros, 2010; National Science Board, 2014; Katz y Hicks, 1996). En general, la aportación relativa de la Universidad es algo menor en aquellos países que cuentan con un sector fuerte de centros públicos de investigación (OPI), como Italia –donde cuentan con el *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (CNR)–, Alemania –la *Max Planck Society* o la *Fraunhofer Society*–, o Francia –el *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS)–. En España el mayor OPI es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que aporta el 20% de la producción de España y el 88% de la del sector OPI. Su peso es inferior al correspondiente al CNRS (36%), pero superior al del CNR (12%) o la Max Plack (10%) en sus respectivos

países (Grupo de Bibliometría, 2006). En lo que se refiere al sector hospitalario, éste aporta el 18% de la producción de España, porcentaje superior al descrito en otros países como los Países Bajos (8%, Tijssen y otros, 2010), pero hay que tener en cuenta que en nuestro caso se contabiliza la producción de los hospitales universitarios, que en el informe holandés se asigna al sector universitario. El sector empresarial muestra poca actividad en España (4%), por debajo de la registrada en otros países como los Estados Unidos (6%, National Science Board, 2014) o los Países Bajos (8%, Tijssen y otros, 2010).

En lo que respecta al perfil temático de actividad de los distintos sectores, resulta lógica la alta concentración de la producción del Sector Sanitario en Medicina Clínica, área a la que este sector dedica casi cuatro veces más documentos que el promedio del país. En el otro extremo se sitúa la Universidad, que es el sector que presenta mayor dispersión temática en su perfil de actividad y el único que muestra alta especialización en algunas áreas como Ciencias Sociales, Humanidades y Matemáticas; lo que pone de manifiesto la importancia de esta institución para el avance del conocimiento en los mencionados campos. Por otra parte, la alta dedicación de las ESAL a la Medicina Clínica y la Biomedicina se debe a que estas áreas han sido especialmente sensibles a la creación de redes y consorcios, pudiéndose destacar distintas entidades de alta producción como IDIBAPS o CIBER. La alta especialización de la Administración en Agricultura/Biología/Medio Ambiente se explica por la actividad de distintos centros dependientes de la Administración central y, sobre todo, autonómica. Es el caso del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) o el Instituto Andaluz de Investigación Agraria y Pesquera (IFAPA), que realizan investigación de especial interés para sus regiones. Por lo que se refiere a los OPI, su especialización viene marcada por la orientación temática de los centros del CSIC, que presenta más actividad que el promedio del país en Física, Agricultura/Biología/Medio Ambiente y Química (Bordons y otros, 2014).

#### *Auge de las Estructuras de Investigación sin Ánimo de Lucro (EISAL)*

En el periodo en estudio, los distintos sectores institucionales aumentan su producción de forma proporcional a la del total nacional, con la única excepción de las Entidades sin Ánimo de Lucro, que experimentan un crecimiento muy superior al promedio nacional, en especial las EISAL, que suponen el 64% de los artículos de las ESAL en todo el periodo (55% en el primer bienio vs 69% en el último).

En este estudio hemos denominado EISAL a un grupo heterogéneo de entidades, muchas de ellas multisectoriales, que han surgido en muchos países impulsadas por los gobiernos para promover una investigación eficaz y de calidad entre grupos que pueden incluso estar físicamente alejados –en el caso de las redes– pero que trabajan en los mismos temas y pueden beneficiarse de estrategias específicas de financiación y gestión de recursos (Cruz-Castro y otros, 2012). Se ha detectado su aparición tanto en las economías emergentes (Adams, 2012) como en las consolidadas, y entre estas últimas se pueden mencionar los programas *Research Coordination Networks* de la *National Science Foundation* ([http://www.nsf.gov/funding/pgm\\_summ.jsp?pims\\_id=11691](http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=11691)), las *Collaborative Research Networks* del *Department of Education* del Gobierno de Australia (<https://www.education.gov.au/collaborative-research-networks-crn>), o la *Canadian Network of Centres of Excellence* (<http://www.nce-rce.gc.ca/>). A través de estas iniciativas los gobiernos pretenden fomentar la interdisciplinariedad, poner énfasis no sólo en la excelencia sino también en el uso y la transferencia; y promover la cooperación entre el sector público y privado.

En el caso de España, la política científica de los últimos años ha intentado fortalecer la investigación cooperativa, en la que los diferentes agentes de la I+D+i, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, persiguen una optimización de los recursos disponibles. En concreto, el Plan Nacional I+D+i 2008–2011 establecía la necesidad de impulsar “los programas destinados a actuaciones concertadas o cooperativas, como la creación de consorcios de I+D+i”, poniendo especial énfasis en la cooperación entre la investigación pública y privada, y en garantizar y promover la transferencia de conocimiento y de tecnología (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, 2007). Por otro lado, hay que mencionar los proyectos CIBER y RETICS, dentro del Programa Ingenio 2010, que han impulsado la investigación en estructuras duraderas de investigación cooperativa, contribuyendo a crear redes estables y multidisciplinares en el área de ciencias de la salud.

#### *El sector Empresas*

El sector empresarial es el que muestra menor actividad científica a través de los indicadores basados en publicaciones, aunque experimenta un crecimiento positivo en el periodo, ligeramente por encima del descrito para el total del país. Su actividad se centra en Agricultura/Biología/Medio Ambiente (31%); Biomedicina (28%) y Medicina Clínica (26%), siendo las industrias de cabecera

algunas empresas públicas del ámbito agroalimentario y sanitario –como el *Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries* o la Escuela Andaluza de Salud Pública– y empresas farmacéuticas –como Pfizer o Pharmamar–. El sector que más colabora con las Empresas es la Administración (7% de sus artículos en colaboración), seguido del Sector Sanitario y las ESAL (5% cada uno), mientras que la Universidad sólo colabora en el 4% de sus publicaciones. Este nivel de colaboración Universidad–Empresa puede considerarse medio–bajo atendiendo al estudio del Centre for Science and Technology Studies (CWTS) donde se describen las tasas de colaboración entre la Universidad y las Empresas para más de 700 universidades de todo el mundo (<http://www.cwts.nl/UIRC2014>), y en el que sólo 4 de las 28 universidades españolas recogidas muestran tasas por encima de este nivel. Ello a pesar de las iniciativas de los gobiernos españoles de impulsar la participación empresarial en el sistema de I+D+i.

#### *Impacto de la investigación*

Las ESAL y los OPI son los sectores institucionales que presentan valores más altos de impacto, tanto en términos de citas como de porcentaje de artículos muy citados. Esto es un signo de la relevancia de su investigación y puede verse favorecido por la orientación internacional de la misma y sus altas tasas de colaboración con investigadores extranjeros, ya que esta última se ha asociado a una mayor citación de las publicaciones (Glänzel y Schubert, 2001; Díaz–Faes y otros, 2013). A lo largo del periodo todos los sectores institucionales tienden a publicar un mayor porcentaje de su producción en revistas de alto impacto, pero son las ESAL, en particular las EISAL, las que muestran el mayor incremento en su capacidad de producir artículos muy citados. Este dato apoya el éxito de estas nuevas formas organizativas para producir investigación de excelencia.

Aunque el impacto del Sector Sanitario está por debajo de la media nacional, hay que tener en cuenta algunos factores importantes. Por un lado, el hecho de que algunos hospitales participan en entidades multisectoriales, y que, por tanto, parte de su investigación más puntera queda adscrita en este estudio a las ESAL. Por otro lado, hay que mencionar que este sector hace un importante uso de revistas españolas (21% de los artículos del sector sanitario, muy por encima del 9% del total del país)<sup>7</sup>. Muchas de estas revistas, escritas en español, están dirigidas sobre todo a la comunidad nacional y no suelen ocupar los primeros puestos en los rankings por Factor de Impacto del JCR (Van Leeuwen, 2001), pero tienen una importante fun-

ción apoyando la práctica médica y fomentando la investigación en los hospitales.

Contrariamente a lo que podría esperarse, no se observa correspondencia entre las áreas en las que los sectores institucionales obtienen más impacto y aquéllas en las que están más especializados. Así, las ESAL y los OPI, que muestran los valores más altos de impacto relativo, lo obtienen en casi todas las áreas temáticas. En el otro extremo se sitúa la Universidad, que sólo obtiene una tasa de citación por encima del promedio español en el área de Química. Estos datos hay que interpretarlos con cautela, ya que interviene el efecto “tamaño”, que hace que sea más difícil obtener altos indicadores relativos de impacto para unidades con un importante volumen de producción, porque los posibles “outliers” de alta citación quedan compensados con una gran masa de publicaciones escasamente citadas. Por esta razón, es más adecuado abordar el estudio de la relación entre especialización y citación a un menor nivel de agregación: por ejemplo, a nivel de centros o instituciones concretas.

#### *Investigación colaborativa*

El tamaño de los grupos de investigación, medido a través del número medio de autores firmantes de un artículo, viene en parte determinado por la especialización temática de los sectores (Wuchty y otros, 2007). Así, destaca el alto número medio de autores por artículo de los OPI, debido al importante peso de sus publicaciones en el área de Física (28% de la producción de los OPI), en el que la multiautoría es una constante debido a la utilización de grandes instalaciones internacionales (*Big Science*). En lo que se refiere al número de centros por artículo, las diferencias entre sectores son menos acusadas. Resulta llamativo que la Universidad presente el menor número medio de centros por artículo, que, en parte, puede atribuirse al peso de las Humanidades y Ciencias Sociales en este sector, aunque no puede descartarse la influencia de otros factores, ya que los artículos de estas áreas solo constituyen cerca del 12% del total de su producción. En este sentido, un mayor tamaño de los grupos o departamentos universitarios, que necesitarían recurrir a colaboraciones externas con menos frecuencia, podría ser una razón.

En lo que se refiere a las tasas de colaboración, y en línea con lo anterior, la Universidad presenta el mayor porcentaje de artículos firmados por un único centro. Predomina la colaboración nacional sobre la internacional en todos los sectores y, aunque tradicionalmente la colaboración nacional alcanzaba los valores más altos en el Sector Sanitario, por la colaboración intra- e inter-hospitalaria, ambas

frecuentes en el desarrollo de estudios o guías clínicas; otros sectores, como las ESAL, alcanzan cifras muy elevadas de este tipo de colaboración, probablemente por la presencia de entidades consorciadas como las mencionadas anteriormente.

En lo que se refiere a la colaboración internacional, destacan las ESAL y los OPI, en parte porque tienen actividad en áreas en las que este tipo de relaciones suelen ser habituales (Física), pero también alcanzan altas tasas de colaboración internacional en otras áreas, lo que pone de manifiesto su capacidad para atraer socios extranjeros y sugiere una mayor internacionalidad de sus temas de investigación. Los OPI y las ESAL presentan además el mayor número de centros por artículo, por lo que sus redes de colaboración probablemente son también más heterogéneas, lo que se ha revelado beneficioso para la investigación por la mayor creatividad asociada a la diversidad de enfoques y aproximaciones (Hackett, 2005).

A lo largo del periodo tiende a aumentar en todos los sectores, pero sobre todo en las ESAL y los OPI, la actividad en colaboración entre autores y centros, tanto dentro del propio país como con centros extranjeros. Los recortes en los presupuestos dedicados a la investigación, que favorecen la colaboración para compartir recursos; la creciente importancia de los campos interdisciplinares que necesitan la integración de personal de diferentes ámbitos científicos; y los intereses culturales, económicos o geográficos, son factores que pueden contribuir al establecimiento de colaboraciones (Leta y Chaimovich, 2002). No obstante, esta colaboración también es incentivada por los propios gobiernos. En España, diversas iniciativas dentro del Programa Ingenio 2010 estaban orientadas a aumentar la colaboración en el sistema español de I+D+i, para reducir la fragmentación y aumentar la masa crítica investigadora (Ministerio de Ciencia e Innovación, 2010).

## 7. NOTAS

- [1] Los OPI incluyen el CSIC, el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Instituto Español de Oceanografía (IEO), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).
- [2] Agricultura/Biología/Medio Ambiente, Biomedicina, Ciencias Sociales, Física, Humanidades, Ingeniería/Tecnología, Matemáticas, Medicina Clínica, Multidisciplinar y Química. El área Multidisciplinar

En resumen, durante el periodo 2000–2011 se pone de manifiesto que todos los sectores experimentan un aumento en su producción, aunque destacan las Entidades sin Ánimo de Lucro, y en especial las EISAL, que con una importante actividad en Biomedicina, multiplican por 12 su producción. Estas entidades presentan grandes equipos; muestran, junto a los OPI, los mayores valores de impacto relativo en las distintas áreas temáticas; y contribuyen por encima de lo esperado al núcleo del 1% de publicaciones españolas más citadas, de lo que se deduce su importancia en el panorama actual de la investigación en el país. La Universidad, responsable de dos terceras partes de la producción nacional, desempeña un papel nuclear en la investigación española y es el único sector especializado en determinados campos como Ciencias Sociales, Humanidades o Matemáticas. La participación del sector Empresas es limitada y, aunque tiende a aumentar el impacto y número de su publicaciones, se requieren todavía esfuerzos para incrementar la implicación del sector en la investigación y su colaboración con el sector académico.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación del CSIC (proyecto 200410E605), que ha sido esencial para poder llevar a cabo esta investigación. Igualmente queremos agradecer los comentarios de los revisores que han contribuido a mejorar el trabajo.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We want to thank the funding of CSIC (research project 200410E605) which has been essential for the development of the research. We are very grateful to the referees who have contributed to improve the article with their comments.

- incluye revistas que publican artículos sobre distintas disciplinas, como *Nature* o *Science*.
- [3] Datos obtenidos mediante consulta en WoS, 18/06/2014.
- [4] Entre las instituciones de la Administración con alta actividad se pueden señalar los jardines botánicos y museos municipales (administración local), las consejerías y organismos dependientes de las mismas (administración regional) y los ministerios e instituciones dependientes como el Instituto Geográfico Nacional o el Banco de España (administración central).
- [5] Entre los centros que contribuyen a explicar la especialización temática del sector Administra-

ción Pública en Agricultura, Física y Medicina Clínica se pueden mencionar: el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) y el Instituto Andaluz de Investigación Agraria y Pesquera (IFAPA) (Agricultura/Biología/Medio Ambiente); instituciones dependientes de ministerios como la Agencia Estatal de Meteorología y el Instituto Geográfico Nacional (Física); e instituciones dependientes de los gobiernos regionales, como las consejerías de Sanidad (Medicina Clínica).

- [6] El elevado número medio de autores de la producción de los OPI se explica por su especializa-

ción en Física (*big science*), a través de centros como el Instituto Astrofísico de Canarias o el Instituto Español de Oceanografía.

- [7] El mayor uso de las revistas españolas se detecta en el Sector Sanitario (21% de su producción), seguido por la Administración y las Empresas (12% cada sector), la Universidad (7%), las ESAL (6%) y los OPI (3%). Aunque algunas revistas están escritas en inglés, el porcentaje de artículos en español muestra cifras muy similares: máximo en el sector sanitario (19% de su producción), seguido por la Administración (12%), y mínimo en ESAL (5%) y OPI (2%).

## 8. REFERENCIAS

- Abramo, G.; D'Ángelo, C.A.; Di Costa, F.; Solazzi, M. (2009). University-industry collaboration in Italy: A bibliometric examination. *Technovation*, 29 (6-7), 498-507. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2008.11.003>
- Adams, J. (2012). Collaborations: The rise of research networks. *Nature*, 490 (7420), 335-336. <http://dx.doi.org/10.1038/490335a> / PMID:23075965
- Barlan, J.R. (2010). *Measuring economic inequalities: Lorenz curve, coefficient of variation and Gini coefficient*. Available at: [https://docs.google.com/document/d/1yBD5K5k3AesA\\_uf9uPn3-FHU8O1qi8eVnDbsWsdKueQ/edit](https://docs.google.com/document/d/1yBD5K5k3AesA_uf9uPn3-FHU8O1qi8eVnDbsWsdKueQ/edit)
- Batagelj, V.; Mrvar, A. (2014) *Pajek: Program for Analysis and Visualization of Large Networks, Reference Manual, V 3.15*. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-6170-8\\_310](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-6170-8_310)
- Bordons, M. (2004). Hacia el reconocimiento internacional de las publicaciones científicas españolas. *Revista Española de Cardiología*, 57 (9), 799-802. [http://dx.doi.org/10.1016/S0300-8932\(04\)77198-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0300-8932(04)77198-5)
- Bordons, M.; Barrigón, S. (1992). Bibliometric Analysis of publications of Spanish pharmacologists in the SCI (1984-1989). Part II. Contribution to subfields other than Pharmacology and Pharmacy. *Scientometrics*, 25 (3), 425-446. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02016930>
- Bordons, M.; Morillo, F.; Gómez, I.; Moreno, L.; Aparicio, J.; González-Albo, B. (2014). *La actividad científica del CSIC a través de indicadores bibliométricos: (Web of Science, 2009-2013)*. Madrid: IFS-UTAI-CCHS-CSIC. PMID:24799194
- Bordons, M.; Sancho, R.; Morillo, F.; Gómez, I. (2010). Perfil de actividad científica de las universidades españolas en cuatro áreas temáticas: un enfoque multifactorial. *Revista Española de Documentación Científica*, 33 (1), 9-33. <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2010.1.718>
- Chang, Y.W. (2014) Exploring scientific articles contributed by industries in Taiwan. *Scientometrics*, 99 (2), 599-613. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-013-1222-2>
- Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (2007). *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- Cruz-Castro, L.; Sanz-Menéndez, L.; Martínez, C. (2012). Research centers in transition: patterns of convergence and diversity. *Journal of Technology Transfer*, 37 (1), 18-42. <http://dx.doi.org/10.1007/s10961-010-9168-5>
- De Filippo, D.; Lascurain, M.L.; Casado, E. (2013). Patrones de actividad científica de los diversos sectores institucionales en el Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación. Madrid: *Actas del XI Congreso de Sociología*, Vol. II, 1002-1013.
- Díaz-Faes, A.A.; González-Albo, B.; Galindo, M.P.; Bordons, M. (2013). HJ-Biplot como herramienta de inspección de matrices de datos bibliométricos. *Revista Española de Documentación Científica*, 36 (1), 1-16. <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2013.1.988>
- Glänzel, W.; Schubert, A. (2001). Double effort = double impact? A critical view at international co-authorship in chemistry. *Scientometrics*, 50 (2), 199-214. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010561321723>
- Godin, B.; Dore, C.; Larivière, V. (2002). The production of knowledge in Canada: Consolidation and diversification. *Journal of Canadian Studies- Revue D'Etudes Canadiennes*, 37 (3), 56-70.
- Godin, B.; Gingras, Y. (2000). The place of universities in the system of knowledge production. *Research Policy*, 29 (2), 273-278. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00065-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00065-7)
- Gómez, I.; Bordons, M.; Morillo, F.; Moreno, L.; Aparicio, J.; Candelario, A.; González-Albo, B.; Herrero, M. (2009). *Indicadores de Producción Científica y Tecnológica de la Comunidad de Madrid (2004-2008)*. Madrid: IEDCYT.
- Grupo Bibliometría (2006). *La investigación del CSIC a través de sus publicaciones científicas de difusión internacional (1981-2003)*. Madrid: CINDOC, CSIC.

- Grupo Scimago (2007). La productividad ISI de las Universidades españolas. *El Profesional de la Información*, 16(4), 354–358. <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2007.jul.11>
- Hackett, E. (2005). Introduction: special guest-edited issue on scientific collaboration. *Social Studies of Science*, 35 (5), 667–671. <http://dx.doi.org/10.1177/0306312705057569>
- Huang, M.H.; Chang, H.W.; Chen, D.Z. (2006). Research evaluation of research-oriented universities in Taiwan from 1993 to 2003. *Scientometrics*, 67 (3), 419–435. <http://dx.doi.org/10.1556/Scient.67.2006.3.6>
- Kamada, T.; Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information Processing Letters*, 31 (1), 7–15. [http://dx.doi.org/10.1016/0020-0190\(89\)90102-6](http://dx.doi.org/10.1016/0020-0190(89)90102-6)
- Katz, J. S.; Hicks, D. M. (1996). A systemic view of British science. *Scientometrics*, 35 (1), 133–154. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02018237>
- Lander, B. (2013). Sectoral collaboration in biomedical research and development. *Scientometrics*, 94 (1), 343–357. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-012-0776-8>
- Lehvo, A.; Nuutinen, A. (2006). *Finnish science in international comparison*. Helsinki: Academy of Finland (Publications of the Academy of Finland; 15/2006).
- Leta, J.; Chaimovich, H. (2002). Recognition and international collaboration: the Brazilian case. *Scientometrics*, 53 (3), 325–335. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1014868928349>
- Maltrás, B.; Quintanilla, M.A. (1992). *La producción científica española: 1981–89*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Ministerio de Ciencia e Innovación (2010). *Programa Ingenio 2010: Balance de actuaciones*. [http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/FI-CHEROS/2010/Versi%C3%B3n\\_Informe\\_Ingenio%202010\\_para\\_prensa.pdf](http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/FI-CHEROS/2010/Versi%C3%B3n_Informe_Ingenio%202010_para_prensa.pdf).
- Moed, H.F. (2005). *Citation analysis in research evaluation*. Amsterdam: Springer.
- Morillo, F.; Aparicio, J.; González-Albo, B.; Moreno, L. (2013). Towards the automation of address identification. *Scientometrics*, 94 (1), 207–224. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-012-0733-6>
- Moya-Anegón, F. de; Solís Cabrera, F.M.; Corera-Álvarez, E.; Chinchilla-Rodríguez, Z.; Gómez-Crisóstomo, R.; González-Molina, A.; Vargas-Quesada, B. (2008). *Indicadores bibliométricos de la producción científica de Andalucía 2003–2005*. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.
- Moya-Anegón, F. de; Chinchilla-Rodríguez, Z.; Corera-Álvarez, E.; González-Molina, A.; López-Illescas, C.; Vargas-Quesada, B. (2013). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2010*. Madrid: FECYT.
- Moya-Anegón, F. de; López-Illescas, C.; Moed, H.F. (2014). How to interpret the position of private sector institutions in bibliometric rankings of research institutions. *Scientometrics*, 98 (1), 283–298. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-013-1087-4>
- National Science Board (2014). *Science & Engineering Indicators*. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 14–01).
- OCDE (2003). *Manual de Frascati, 2002: Medición de las actividades científicas y tecnológicas: Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. Madrid: FECYT.
- Ortega, J. L.; Aguillo, I. F. (2010). Shaping the European research collaboration in the 6th Framework Programme health thematic area through network analysis. *Scientometrics*, 85 (1), 377–386. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-010-0218-4>
- Rovira, L.; Méndez-Vásquez, R.I.; Suñén-Pinyol, E.; Camí, J. (2007). *Caracterització bibliomètrica de la producció científica a Catalunya, 1996–2006. Informe*. Barcelona: AGAUR-PRBB.
- Science and Technology Indicator Project Team, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) (2004). *Science and technology indicators: 2004. A systematic analysis of Science and Technology Activities in Japan*. Japón: MEXT.
- Sort García, M.L.; Rodríguez Méndez, C. (2012) *Análisis ICONO: SCImago Institutions Ranking (SIR) 2012: Documento de Trabajo 3/2012*. Madrid: FECYT. PMID:22258924
- Tijssen, R.; Hollanders, H.; Kanerva, M. (2010). *Science and Technology Indicators 2010: summary report on the Netherlands*. Leiden: Netherlands Observatory of Science and Technology (NOWT).
- Van Leeuwen, T.N.; Moed, H.F.; Tijssen, R.J.W.; Visser, M.S.; van Raan, A.F.J. (2001). Language biases in the coverage of the Science Citation Index and its consequences for international comparisons of national research performance. *Scientometrics*, 51 (1), 335–346. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010549719484>
- Wuchty, S.; Jones, B.F.; Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science* 316, 1036–1039. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1136099> / PMID:17431139