

La producción científica española en biomedicina y salud. Un estudio a través del *Science Citation Index* (1986-1989)

Jordi Camí^a, M.T. Fernández^b e Isabel Gómez Caridad^b

^aInstitut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM). Universitat Autònoma de Barcelona.

^bCentro de Información y Documentación Científica-CSIC. Madrid.

publicaciones biomédicas, bases de datos

FUNDAMENTO: No existe información detallada de la producción científica en biomedicina desde la perspectiva de los centros que conforman el Sistema Nacional de Salud ni tampoco se dispone de un análisis de la productividad por especialidades en comparación con la de los países de la Comunidad Europea.

MÉTODOS: Se presenta la metodología utilizada y los resultados globales de un estudio realizado a partir de los documentos de investigación biomédica indizados en el *Science Citation Index* (SCI) de los años 1986 a 1989 y firmados por algún centro español. Se han utilizado indicadores cuantitativos y cualitativos, como el índice de Narin, factor de impacto (FI), FI medio por especialidad, FI esperado y observado, así como denominadores (producto interior bruto, número de habitantes por área, coste y número de personal de los centros).

RESULTADOS: Se han estudiado 12.706 documentos, de los cuales el 66,7 % eran artículos de revista y el 13,5 % trabajos realizados en cooperación con países extranjeros. La producción en biomedicina supuso el 41,5 % de toda la investigación científica española recogida en el SCI en el mismo período y una contribución del 3,82 % de toda la investigación biomédica de la CE. La Universidad es responsable del 46 % de los documentos analizados seguida de los hospitales, con el 39 %. Las Comunidades Autónomas de Madrid (32 %) y Cataluña (26 %) concentran la mayor actividad, que se desarrolla principalmente en los hospitales, seguidas de las de Andalucía (10 %) y Valencia (7 %). Las áreas temáticas de mayor producción son Bioquímica y Biología Molecular (14,7 %), Farmacología y Farmacia (7,6 %), Neurociencias (6,8 %) y Microbiología (5,7 %). Del análisis cualitativo se desprende que, aunque la investigación en algunas áreas temáticas se realiza en revistas con FI superior a la media mundial, las citas que reciben los trabajos están por debajo de las esperadas.

CONCLUSIONES: A pesar del crecimiento de la producción española en biomedicina, España aún ocupa el séptimo puesto de la CE. Madrid y Barcelona concentran notablemente la investigación biomédica que procede de la red hospitalaria. La relativización de los datos describe la existencia de otras áreas geográficas sobresalientes, de las que no es ajena la Universidad. La difusión cada vez mayor de las publicaciones contrasta con las citas alcanzadas de los trabajos, lo cual puede ser el resultado de fenómenos relacionados con la calidad de los trabajos y/o el reconocimiento de las publicaciones firmadas por autores españoles.

The Spanish scientific production in biomedicine and health care. A study through the Science Citation Index (1986-1989)

BACKGROUND: There is no detailed information on the scientific production in biomedicine from the perspective of the centers which make up the National Health Care System. Nor has any analysis on productivity by specialties compared with that of other countries of the European Community (EC) been carried out.

METHODS: The methodology used and the global results of a study performed from biomedical investigation documents indexed in the SCI from 1986 to 1989 and signed by a Spanish health care center are presented. Quantitative and qualitative indicators (Narin index, impact factor (IF), mean IF per speciality, expected and observed IF as well as denominators (PIB, number of inhabitants per area, cost and number of personnel of the centers)).

RESULTS: Twelve thousand seven hundred and six documents were studied of which 66.7 % were journal articles and 13.5 % were studies carried out in cooperation with foreign countries. The biomedical production was 41.5 % of all the Spanish scientific investigation collected in the SCI in the same period and represented 3.82 % of the contribution of all the biomedical investigation of the EC. Universities were responsible for 46 % of the documents analyzed followed by hospitals with 39 %. The autonomic communities of Madrid (32 %) and Catalonia (26 %) have the most productivity performed principally in hospitals, followed by Andalucía (10 %) and Valencia (7 %). The subject matters of greatest production were biochemistry, and molecular biology (14.7 %), pharmacology and pharmacy (7.6 %), neurosciences (6.8 %) and microbiology (5.7 %). Qualitative analysis showed that despite the investigation in some subject areas being carried out in journals with an IF higher than the world mean, the citations received by the studies are lower than expected.

CONCLUSIONS: Despite the growth in Spanish biomedical production, Spain only occupies seventh place in the EC. Madrid and Barcelona notably concentrate on biomedical investigation from the hospital network. The relativization of the data describes the existence of other noteworthy geographic areas not outside the university. The ever greater diffusion of the publications contrasts with the citations received for the studies which may be the result of phenomena related with the quality of the studies and/or the recognition of the publications signed by Spanish authors.

Med Clin (Barc) 1993; 101: 721-731

Las personas o instituciones interesadas en conocer más a fondo tanto el estudio como el detalle de los resultados obtenidos acerca de una área temática o una institución concreta tienen a su disposición el informe completo. Dicho informe puede ser solicitado al Dr. J. Camí, en la dirección postal indicada para correspondencia sobre el artículo.

Correspondencia: Dr. J. Camí.
Institut Municipal d'Investigació Mèdica.
Doctor Aiguader, 80. 08003 Barcelona.

Manuscrito aceptado el 15-6-1993

En el marco de la investigación sobre la ciencia, España no ha quedado al margen de los estudios que se dirigen a caracterizar la evolución de nuestra investigación científica. Entre estos estudios destacan los trabajos bibliométricos que, a pesar de sus limitaciones, están ofreciendo una visión comparativa de nuestra actividad así como de su posible difusión y tendencias. Diversos autores han aportado ya algunos ensayos que han permitido esbozar las características de la producción científica española en el área de las ciencias de la salud y de la vida. Algunos estudios han hecho un énfasis especial en la descripción temática y su sectorización^{1,2} e incluso, se dispone de ensayos que la relacionan con los indicadores económicos existentes³. De las virtudes y defectos del manejo de los indicadores bibliométricos y de su utilización para la evaluación científica se ha ocupado recientemente esta Revista⁴⁻⁷. A continuación, se presenta el resumen de un estudio sobre la producción científica española en biomedicina recogida en la base de datos *Science Citation Index* (SCI) en el período 1986-1989. Entre las características del presente estudio destaca la comparación por áreas temáticas con los países de la Comunidad Europea (CE), así como el énfasis puesto en la desagregación de la producción científica desde la perspectiva de los centros que conforman el Sistema Nacional de Salud.

Material y métodos

Se han empleado indicadores bibliométricos de tipo cuantitativo y cualitativo. Los indicadores cuantitativos, basados en el número de publicaciones, pretenden situar la posición de España en el área de biomedicina dentro de la comunidad internacional y de la CE, así como conocer la participación de las distintas instituciones, de los organismos de los que dependen, de las áreas geográficas y el tamaño de los temas dentro de la producción global. Con los indicadores cualitativos se estudia la influencia, la visibilidad de la producción científica y el tipo de investigación que se realiza. Son indicadores basados en diversas clasificaciones de las revistas utilizadas, así como en las citas recibidas.

Fuente de datos. Se ha utilizado la base de datos multidisciplinar *Science Citation Index* (SCI), creada por el Institute of *Scientific Information* de Filadelfia (EE.UU.), que vacía totalmente unas 3.200 revistas, mayoritariamente de lengua inglesa. A partir de las cintas del SCI de los años 1986-1989 se seleccionaron todos aquellos documentos en que aparecía como lugar de trabajo *Spain* y que se publicaron en una relación de casi 1.100 revistas previamente seleccionadas.

nadas por nosotros mismos como biomedicina en sentido amplio. Se obtuvieron así todos los documentos con participación española de 1986, 1987 y 1988 completos. En cuanto a los documentos de 1989, falta aproximadamente el 10 % que recoge la base de datos en el año siguiente al de su publicación. Estos datos fueron facilitados en forma de ficheros relacionados por el grupo *Information Science and Scientometrics Research Unit* (ISSRU) de la Biblioteca de la Academia de Ciencias de Hungría, dirigido por el Prof. Tibor Braun, de Budapest.

Clasificación temática y desglose de los documentos. El SCI no clasifica los documentos, sino que clasifica las revistas en áreas temáticas, con lo cual una revista puede aparecer clasificada hasta en tres áreas temáticas diferentes y, por lo tanto, lo mismo sucede con todos los artículos publicados en una revista determinada. Aunque la clasificación actual del SCI tiene sus aspectos discutibles así como sus limitaciones, se respetó, con el fin de poder hacer las comparaciones con otros países, tanto en producción como en citas recibidas. En cuanto a la clasificación de los diversos documentos, se separaron los artículos, revisiones, notas y cartas, documentos considerados por Schubert et al⁶ como ítems citables (agrupados en este trabajo bajo el epígrafe artículos) de las comunicaciones a congresos y de otros documentos que aparecieron en pequeña proporción.

Instituciones participantes y adscripción de los documentos. Debido a que la información sobre las instituciones firmantes de un trabajo determinado no estaba normalizada, se codificó manualmente cada una de las 20.000 instituciones que aparecieron en los trabajos estudiados en este período. En la selección de los documentos se utilizó el criterio de recuento total y se seleccionaron todos los documentos en que había participado España, independientemente de su posición ordinal como firmante. En cuanto a las comparaciones de la producción de España con otros países de la CE se utilizó sólo el recuento por primer autor, que equivale a un recuento fraccionado en el que el peso del país del primer autor es 1, mientras que todos los demás países tienen un peso 0. En muestras de más de mil documentos difiere sólo en un uno por ciento de un recuento fraccionado normal; por lo tanto, a efectos estadísticos comparativos de la actividad de los diferentes países de la CE, la distorsión que se ha introducido es mínima⁸.

Indicadores cualitativos. Como indicador de visibilidad y difusión de los resultados se utilizó el factor de impacto (FI) de las revistas de publicación, tal como figura en el *Journal Citation Reports* de 1988. El FI de 1988 de la revista X se calcula dividiendo las citas que en 1988 han efectuado las revistas fuente del SCI, SSCI y A&HCI a los artículos de la revista X de los años 1986 y 1987, por el total de ítems publicados por la revista X en esos dos años. Debido a que el FI difiere mucho de una área temática a otra, se ha manejado siempre por separado. Asimismo, se utilizó como indicador de calidad relativa para un tema determinado el factor de impacto medio de dicho tema y se calculó la posición ordinal que esa supuesta revista media tendría dentro de la relación de revistas del SCI del tema. Se introdujo el factor de impacto relativo (FIR), que es el cociente entre el FI de una institución determinada en un tema y el FI de la producción total de España en dicho tema. Un FIR superior a 1 indica que esa institución publicó en revistas de mayor FI que el que correspondía a la media de España en ese tema determinado y un FIR menor que 1 indica lo contrario. Para determinar si se trataba de trabajos de investigación básica o clínica, se utilizó una clasificación de las revistas de publicación en cuatro niveles, realizada por Narin et al⁹ en 1986. Esta clasificación cubre solamente las revistas del SCI de 1982, ya que no existe una versión más actualizada y está basada en los hábitos de citación de unas revistas a otras. Se puede considerar que los niveles 1 y 2 corresponden a medicina clínica, mientras que los niveles 3 y 4 representan la investigación médica básica.

Comparaciones internacionales. En cuanto a las comparaciones de la producción de España con otros países de la Comunidad Europea, se utilizaron una

serie de indicadores cuantitativos y cualitativos elaborados por el ISSRU. Los indicadores cuantitativos de producción de los países de la CE se elaboraron solamente basándose en la dirección del primer autor. Los indicadores de tipo cualitativo se basaron en el análisis de citas recibidas por los documentos. El factor de impacto observado sería el número de citas reales recibidas por un documento en el período 1986-1989. El factor de impacto relativo observado sería el número medio de citas por artículo recibidas por un país en el tema A, dividido entre el número medio de citas por artículo en la totalidad del tema A. El factor de impacto esperado de una revista (este cálculo difiere del del *Journal Citation Reports*), sería el cociente de dividir las citas recibidas por los ítems citables de la revista en el período 1986-1989, por el número total de ítems citables publicados en dicho período. El factor de impacto esperado de un país en un tema sería la media del de las revistas de publicación utilizadas y podría considerarse como las citas esperadas por artículo, si todos los artículos se comportasen como el artículo medio de su correspondiente revista. Este indicador da una medida de la visibilidad de los canales de publicación utilizados y de los hábitos de publicación de los científicos en ese campo. El factor de impacto relativo esperado sería el cociente de dividir dicho factor de impacto esperado entre el número medio de citas por artículo en la totalidad de un tema determinado. Estos indicadores permiten, dentro de un tema determinado, comparar las citas reales recibidas por un grupo de artículos con las que corresponden como promedio a sus revistas de publicación. Por otra parte, al estar relativizados los valores de cada uno de los temas frente al total mundial, también permiten comparar unos temas con otros, sabiendo que, en todos los casos, la unidad corresponde al comportamiento medio mundial.

Se han utilizado, asimismo, otros dos indicadores que relativizan el número de publicaciones y de citas recibidas por cada país dentro de un determinado campo científico: el índice de actividad (AI), basado en el número de publicaciones y el índice de atracción (AAI), basado en el número de citas recibidas. El AI sería el tanto por ciento de la producción de un país correspondiente a un determinado tema dividido por el tanto por ciento que ese tema representa en la producción mundial. El AAI sería el tanto por ciento de las citas de un país que corresponden a un tema determinado dividido por el tanto por ciento de las citas del mundo que corresponden a ese tema.

Datos económicos y de personal. La producción absoluta de los países de la CE y la producción científica del área biomédica en las Comunidades Autónomas (CCAA), provincias y centros más productivos de España se ha relativizado en función del producto interior bruto, número de habitantes, gasto o número de personal, según sea el caso. Para el caso de los países de la CE, se ha calculado la media de los años 1984 a 1987 del Producto Interior Bruto (PIB) de cada país¹⁰ y el dato relativo se ha expresado en número de documentos por miles de millones de ECUS. En cuanto al número de habitantes se ha utilizado la media de la población activa¹¹ y el dato relativo se ha expresado en número de documentos por diez mil

habitantes. Para el caso de las CCAA se ha calculado la media de los años 1985 a 1987 del PIB¹² y el dato relativo se ha expresado en número de documentos por billones de pesetas. En cuanto al número de habitantes, tanto para las CCAA como para el análisis por provincias se ha utilizado respectivamente la media de la población de derecho de 1986 a 1989¹³ y el dato relativo se ha expresado en número de documentos por diez mil habitantes. La información relativa a los centros hospitalarios más productivos se ha obtenido de las memorias de los centros, cuando éstas existían, o bien, ha sido facilitada directamente por los equipos directivos de los centros. De la información global disponible se seleccionó la media de 1986 a 1989 del coste global de todo el personal del centro (en pesetas corrientes) y la media del número de facultativos, médicos internos residentes (MIR) y becarios, también durante el mismo período. La producción relativa según coste medio de personal se ha expresado como el número de documentos por miles de millones de pesetas y con respecto al número de facultativos, como el número de documentos por persona.

Resultados

Contexto general. En la **tabla 1** se refleja la producción mundial y de España en biomedicina durante el período 1980-1989 según la propia base de datos SCI. Se observa una tendencia creciente de la participación española tanto en cifras absolutas como en aportación relativa. Durante el período de 1986 a 1989 se ha obtenido un total de 12.706 documentos de biomedicina en los que figura al menos una institución española como firmante. Cabe destacar, además, que, en el período 1986-1989, la producción de España en biomedicina respecto de la producción total de España recogida por la base de datos SCI fue del 41,5 %. En la **figura 1** se presenta la posición absoluta y relativa de España en cuanto a su producción en biomedicina con respecto a los países de la CE. La aportación española en este campo supone el 3,82 % de la producción total de la CE, teniendo en cuenta sólo el primer firmante. España ocupa el séptimo puesto en cuanto a número total de documentos publicados. Sin embargo, si se relativiza esta cifra haciendo el cociente con su PIB, se desciende al octavo puesto y si se hace en función del número de habitantes, España ocupa el puesto noveno, seguida únicamente por Grecia y Portugal. El Reino Unido es el país de la Comunidad Europea con mayor producción científica, tanto en términos absolutos como en términos relativos. Otros países como Alemania, Francia e Italia, cuya producción es muy importante en términos absolutos, descienden muchos puestos al relativizar esta producción según el PIB o el número de habitantes; en cambio, otros países como Holanda o, especialmente, Dinamarca, revelan su enorme potencial en biomedicina cuando se tiene en cuenta el pequeño tamaño de estos países.

Características de los documentos. A lo largo del estudio se observa un aumento anual del número de documentos, que alcanza el 15,4 % en el intervalo estudiado.

TABLA 1
Número de documentos producidos en biomedicina según el Science Citation Index en el mundo y en España

Año	Total mundial	España*
1980	174.324	966 (0,55)
1981	181.460	1.065 (0,59)
1982	196.257	1.278 (0,65)
1983	200.583	1.352 (0,67)
1984	206.948	1.471 (0,71)
1985	213.693	1.807 (0,85)
1986	216.492	2.122 (0,98)
1987	221.004	2.394 (1,08)
1988	227.725	2.624 (1,15)
1989	216.279	2.618 (1,21)

* Entre paréntesis se indica el tanto por ciento con respecto a la producción mundial.

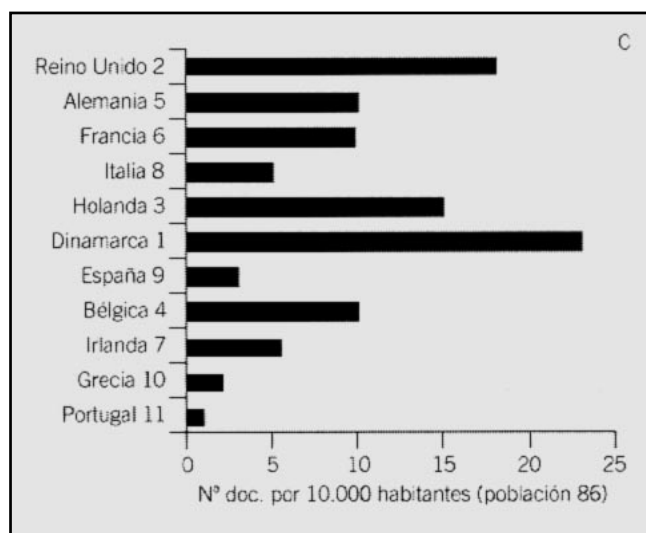
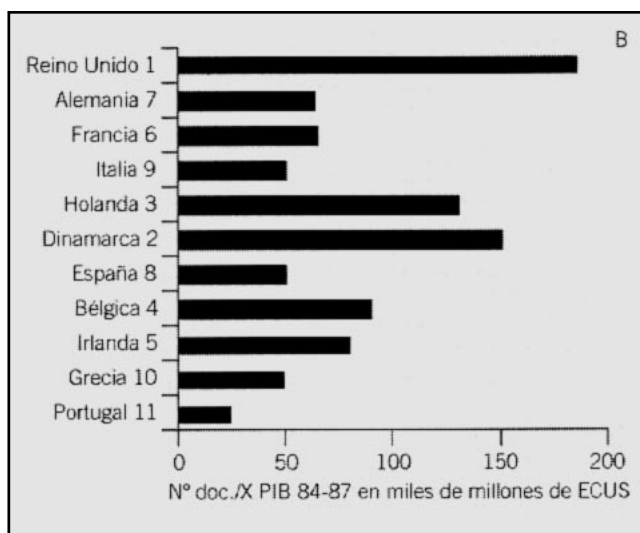
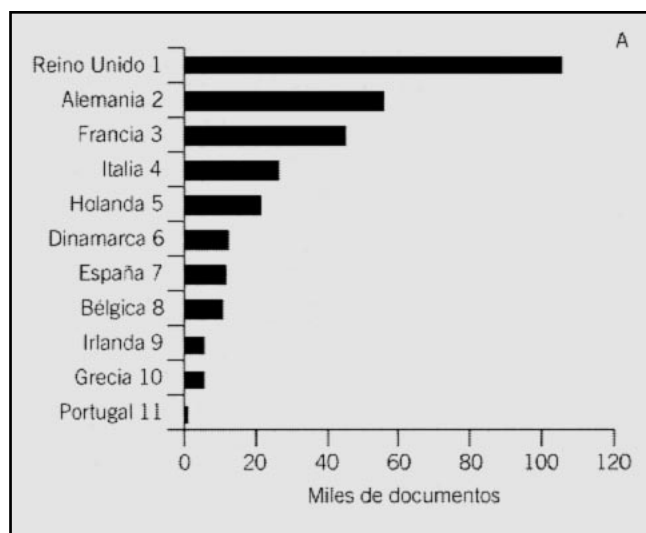


Fig. 1. Producción en biomedicina de los países de la comunidad Europea (período 1986-1989). Junto a cada país figura el número de orden que le corresponde en cada una de las figuras.

TABLA 2
Número de artículos publicados en cooperación con otros países del mundo

Países	N.º de artículos
Países de la Comunidad Europea	
Francia	255
Reino Unido	231
República Federal de Alemania	130
Italia	109
Holanda	76
Bélgica	58
Dinamarca	21
Portugal	18
Grecia	6
Irlanda	5
Total	909
Países del resto de Europa	
Suecia	66
Suiza	59
Austria	11
Noruega	10
Polonia	9
Finlandia	8
Checoslovaquia	8
Hungría	7
Yugoslavia	6
República Democrática de Alemania	5
URSS	3
Bulgaria	2
Total	194
Países de América de Norte	
Estados Unidos	532
Canadá	61
Total	593
Países de Iberoamérica	
Chile	32
México	12
Venezuela	11
Argentina	10
Brasil	10
Uruguay	3
Costa Rica	2
Ecuador	1
Total	81
Otros países	
Japón	25
Australia	9
Israel	6
Otros	31
Total	71
Total general	1.848

Del conjunto de documentos, el 66,7 % son artículos de revista, seguido del 15,3 % de presentaciones a congresos y un tanto por ciento variable de otros documentos. El conjunto de *item*s citables constituye el 84,3 % del total de documentos analizados.

En cuanto a los idiomas utilizados, 12.206 se han publicado en lengua inglesa, lo que supone el 96 % de los documentos. El español se utiliza en 352 (el 2,77 % de los documentos) con tendencia a decrecer en los últimos años y otros 127 documentos se publicaron en lengua francesa. La media de autores por artículo es de 3,95 en el período estudiado, mientras que la media de presentaciones a congresos es de 4,55. También se han observado diferencias en cuanto al número de autores según las especialidades temáticas. Los valores oscilan desde 3,11 autores de media en Embriología hasta 5 en Gastroenterología. En cuanto a la colaboración entre instituciones, el 67 % de los artículos los firma una sola institución, el

25 % dos instituciones, el 6 % tres y únicamente en menos del 2 % participan cuatro o más instituciones. En cuanto a la cooperación internacional, de los 12.706 documentos estudiados se ha observado la participación de países extranjeros en 1.727 de ellos (13,5 %). En la tabla 2 se detalla esta cooperación en cuanto a artículos. El mayor número de cooperaciones tiene lugar con la Comunidad Europea, considerada como un conjunto, seguida de los países de América del Norte. La cooperación es considerablemente inferior con el resto de Europa y reducida con Iberoamérica.

En la tabla 3 se muestra cómo se distribuye la producción española en 45 áreas temáticas. Ha de tenerse en cuenta que una misma revista y, por lo tanto, todos los artículos que aparecen en ella, puede estar clasificada en hasta tres apartados temáticos diferentes. Se observa que la mayor producción corresponde a Bioquímica y Biología Molecular con cerca del 15 % de

los documentos, seguida de Farmacología y Farmacia con el 7,6 %, Neurociencias (6,8 %), Microbiología (5,7 %), Fisiología (4,6 %), Urología y Andrología (4,2 %) e Inmunología (3,9 %). Destacan por su exigua producción las áreas de Anestesiología, con 26 documentos, y Geriátrica, con solamente 20. Mientras en las temáticas de Bioquímica y Biología Molecular y de Farmacología y Farmacia, la aportación de artículos es superior al 95 % del total de documentos, por el contrario, otras especialidades como Urología, Gastroenterología, Hematología, Sistema Cardiovascular, Sistema Respiratorio y Pediatría se distinguen porque entre el 30 y el 50 % de los documentos consisten en comunicaciones a congresos.

Revistas utilizadas para las publicaciones. Para la publicación de los 12.706 docu-

mentos objeto de este estudio, se ha utilizado un total de 1.086 revistas. En cuanto a los artículos, éstos se han publicado en un total de 1.059 revistas; el 80 % aparece recogido en 362 revistas (el 34 %) y el 50 % de los artículos en 112 revistas (el 10 % del total). Se ha calculado un núcleo de Bradford de 46 revistas más utilizadas, que abarcan el 31,6 % de los artículos. Entre las revistas más utilizadas está, en primer lugar, la Revista Española de Fisiología con 277 artículos, Anales de Química C con 185, *Biochemistry Biophysics Acta* con 179 y *Lancet* con 146 (ya que en este estudio se incluyen las cartas al director). La distribución de las comunicaciones a congresos en revistas presenta menor dispersión. El 80 % de los congresos aparecen recogidos en 52 revistas (el 28,4 % del total) y el 50 % en 10 revistas, de las cuales la primera y principal es *Kidney International*. En este sentido, la distribución a lo largo de los distintos años es muy irregular y depende de la celebración de los diversos congresos. Por último, queremos señalar que la base de datos utilizada sólo recoge cinco revistas de biomedicina editadas en España, las cuales se encuentran dentro de las 51 más utilizadas por los investigadores de biomedicina (5,5 % de los artículos) durante el período 1986-1989. La revista *Medicina Clínica* no aparece en esta relación, ya que no fue incluida en el SCI hasta el año 1992.

Distribución geográfica de los documentos. Al estudiar el origen geográfico de los documentos se observa una distribución muy irregular. En la **tabla 4** se muestra la producción absoluta de las distintas Comunidades Autónomas. Se observa una enorme concentración de la producción científica en las Comunidades de Madrid y Cataluña, seguidas por las Comunidades de Andalucía, Valencia y Castilla-León. El estudio de su desagregación por pro-

vincias demuestra que las más productivas son Madrid y Barcelona, pero a su vez revela la existencia de unas áreas productivas que habían quedado diluidas con la agrupación anterior. En este sentido, en un segundo grupo se situaría la provincia de Valencia seguida de las de Sevilla, Granada y Salamanca. La relativización de la producción científica según el PIB o el número de habitantes de las CCAA muestra la existencia de algunos cambios en el rango según producción absoluta (**tabla 4**). El orden, en el primer caso es Madrid, Navarra, Cataluña, Cantabria, Murcia, Castilla-León, Andalucía y Valencia; según el número de habitantes, Madrid, Cataluña, Navarra, Cantabria, Murcia, Castilla-León, Valencia y Andalucía. La relativización de la producción científica de las provincias según el número de habitantes resalta aún más la existencia de áreas muy activas que habían quedado diluidas en el desglose por CCAA. En efecto, destaca en primer lugar Salamanca con 11,54 documentos por diez mil habitantes, seguida de Madrid con 7,56, Barcelona con 5,7, Navarra con 4,41 y Valencia con 3,34.

Distribución geográfica de los documentos según áreas temáticas. En cuanto a las temáticas más productivas, en Bioquímica y Biología Molecular destaca la Comunidad Autónoma (CA) de Madrid, seguida de la CA de Cataluña. También contribuyen de forma relevante las CCAA de Andalucía, Castilla-León y Valencia. En Farmacología y Farmacia destaca Cataluña, seguida de Madrid, Andalucía, Castilla-León y la Comunidad Valenciana. En Neurociencias, tras las dos grandes comunidades (Madrid y Cataluña) destacan Andalucía y Valencia. En Microbiología, tras Madrid, sobresalen Andalucía y Cataluña, seguidas de Andalucía. En Inmunología destacan Madrid y Cataluña, seguidas de Andalucía. En Citología-Histología se distinguen Madrid

TABLA 3
Distribución de los documentos producidos en España durante el período 1986-1989 según las áreas temáticas del Science Citation Index

Área temática	Total de documentos (tanto por ciento)
Bioquímica y Biología Molecular	2.162 (14,7)
Farmacología y Farmacia	1.111 (7,6)
Neurociencias	1.000 (6,8)
Microbiología	839 (5,7)
Fisiología	681 (4,6)
Urología y Andrología	622 (4,2)
Inmunología	575 (3,9)
Gastroenterología	534 (3,6)
Endocrinología y Metabolismo	529 (3,6)
Citología e Histología	518 (3,5)
Genética y Herencia	500 (3,4)
Sistema Cardiovascular	482 (3,3)
Hematología	428 (2,9)
Medicina General e Interna	419 (2,8)
Cirugía	402 (2,7)
Medicina (varios)	368 (2,5)
Dermatología	306 (2,1)
Cáncer	281 (1,9)
Sistema Respiratorio	270 (1,8)
Pediatría	239 (1,6)
Anatomía	231 (1,6)
Radiología y Medicina Nuclear	223 (1,5)
Patología	217 (1,5)
Medicina Veterinaria	166 (1,1)
Virología	143 (1,0)
Reumatología	130 (0,9)
Alergia	125 (0,8)
Obstetricia y Ginecología	116 (0,8)
Psiquiatría	115 (0,8)
Toxicología	114 (0,8)
Parasitología	109 (0,7)
Ingeniería Biomédica	95 (0,7)
Nutrición y Dietética	94 (0,6)
Área multidisciplinar	86 (0,6)
Higiene y Salud Pública	85 (0,6)
Embriología	55 (0,4)
Oftalmología	52 (0,4)
Micología	48 (0,3)
Fármacos/Adicción	45 (0,3)
Odontología	44 (0,3)
Cirugía Ortopédica y Traumatología	41 (0,3)
Otorrinolaringología	41 (0,3)
Anestesiología	26 (0,2)
Medicina Tropical	26 (0,2)
Geriátrica y Gerontología	20 (0,1)
Total	14.17 (100)
	3

TABLA 4
Producción absoluta y relativa de las Comunidades Autónomas (sólo artículos) en función del Producto Interior Bruto (PIB) y de la población

Comunidad autónoma	PA	PR (PIB)	PR (habit.)
Madrid	3.689	711,6	7,71
Cataluña	2.753	447,2	4,60
Andalucía	1.343	339,5	1,98
Valencia	828	251,7	2,20
Castilla-León	691	362,7	2,67
Galicia	343	183,5	1,20
País Vasco	288	147,5	1,34
Murcia	269	382,6	2,67
Navarra	229	483,4	4,44
Canarias	221	188,7	1,50
Asturias	198	223,9	1,78
Cantabria	170	406,2	3,25
Aragón	170	155	1,44
Extremadura	125	213,6	1,15
Baleares	90	107	1,32
Castilla-La Mancha	31	29,2	0,19
La Rioja	5	21,4	0,19

PA: producción absoluta de cada Comunidad Autónoma (CCAA) (sólo artículos). PR (PIB): producción relativa respecto al PIB de cada CCAA (media de los años 1985-87), expresado en n.º de documentos por billones de pesetas. PR (habit.): producción relativa respecto a la población del año 1986 de cada CCAA, expresado en n.º de documentos por diez mil habitantes.

y Andalucía. En Genética y Herencia, Madrid, Cataluña y Andalucía. En Cirugía destacan las CCAA de Madrid y Cataluña. En Medicina Interna, Cataluña y Madrid. En Fisiología, Cataluña, Madrid y Andalucía. En Endocrinología y Metabolismo, y en Urología y Andrología, también Madrid y Cataluña. La CA de Madrid sobresale además en el campo de la Virología, mientras que la de Cataluña destaca en Sistema Respiratorio.

Instituciones participantes. Se han considerado los siguientes grandes grupos: Universidad, Hospitales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Otros (que incluye fundamentalmente centros privados). Debido a que una buena parte de los cursos de las carreras de medicina se imparten en los grandes hospitales de España, se ha agrupado toda la actividad de los hospitales (hospitales sólo y hospitales-universidad) en un solo epígrafe. Los documentos procedentes de centros mixtos CSIC-Universidad o CSIC-Hospitales figuran independientemente. Cuando apa-

rece más de una institución como firmante de un documento, éste se ha adscrito a todas las instituciones participantes, con lo que su recuento se ha duplicado o triplicado. En la **figura 2** se puede comprobar que el mayor grupo productor es la Universidad, seguido muy de cerca por los Hospitales, los cuales realizan el mayor número de comunicaciones a congresos, fenómeno característico de la investigación clínica. En la **tabla 5** se presentan los artículos desglosados por áreas temáticas con los correspondientes factores de impacto e índices de Narin medios. A partir del índice de Narin de los artículos clasificados en cada especialidad temática, se dividieron éstas en fundamentalmente básicas o clínicas, según el índice fuera inferior o superior a 2,5. En la mayoría de los temas básicos, la mayor aportación procede de la Universidad, CSIC y CSIC-Universidad. En cambio, en Neurociencias la aportación de la Universidad sólo es ligeramente mayor y, sobre todo, en el área de inmunología los Hospitales son los que aportan la mayor producción, con diferencia. En todos

los temas clínicos, la aportación principal procede de los Hospitales. Por otra parte, debe destacarse que la mayor aportación del CSIC y del CSIC-Universidad es en el campo de la Bioquímica y Biología Molecular y la mayor aportación del grupo Otros es en Farmacología y se debe a la investigación realizada por la industria farmacéutica. El estudio de la aportación de las diversas instituciones según Comunidades Autónomas demuestra que tanto en Cataluña como en Madrid la aportación es más importante por parte de los Hospitales que de la Universidad. En Baleares y Navarra las aportaciones de la Universidad y de los Hospitales son del mismo orden. Sin embargo, en la mayoría de las Comunidades Autónomas la aportación de la Universidad es muy superior a la de los Hospitales: Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Castilla-León, Extremadura, Galicia y Murcia, y también lo es en el País Vasco y Valencia. La producción en biomedicina de los centros del CSIC procede fundamentalmente de Madrid (centros propios o mixtos con la Universidad),

TABLA 5
Número de artículos (N), factor de impacto (FI) e índice de Narin medio según instituciones, desglosado por áreas temáticas

Tema	Hospitales			Universidad			CSIC			CSIC-Universidad			Otros			Totales reales			
	Narin	FI	N	Narin	FI	N	Narin	FI	N	Narin	FI	N	Narin	FI	N	Narin	FI	N	
Alergia	1,20	1,239	84	1,19	1,112	31							1,23	1,065	23	1,20	1,172	125	
Anatomía	3,74	1,191	23	3,98	0,846	200	4,00	0,919	5	4,00	3,756	6				3,96	0,951	221	
Anestesiología	1,61	1,607	19	2,00	1,843	8										1,68	1,675	23	
Bioquímica/Biología Molecular	3,92	2,794	188	3,96	1,882	1,399	3,97	2,294	297	3,99	3,467	383	3,88	2,880	80	3,96	2,264	2,067	
Cáncer	2,26	1,983	159	2,64	1,948	69	4,00	2,730	2	3,33	2,762	9	2,64	2,005	13	2,47	2,011	218	
Cirugía	1,60	1,138	359	1,44	1,188	58	3,00	1,096	3	3,00	2,981	1	2,00	1,385	3	1,62	1,153	387	
Citología/Histología	2,89	1,626	85	3,80	1,243	323	3,98	1,590	65	3,96	2,926	26	3,84	1,590	23	3,70	1,439	472	
Dermatología	1,35	1,113	216	1,39	1,038	62	2,00	0,419	4				1,10	1,045	22	1,35	1,093	290	
Embriología	4,00	1,503	8	3,97	1,984	40	4,00	1,948	5	4,00	3,186	8	4,00	1,757	1	3,98	2,147	55	
Endocrinología/Metabolismo	2,84	1,931	154	3,17	1,613	215	3,60	1,597	14	3,00	3,005	31	2,60	1,153	23	3,06	1,822	373	
Farmacología/Farmacía	2,33	1,473	234	2,91	1,315	736	3,02	1,442	100	3,09	1,350	46	2,68	1,160	116	2,81	1,358	1,055	
Fármacos/Adicción	2,56	1,279	18	2,59	1,089	25							2,25	1,342	9	2,54	1,215	41	
Fisiología	3,92	0,863	50	3,99	0,771	431	3,88	0,834	24	4,00	0,729	11	4,00	0,502	8	3,98	0,762	505	
Gastroenterología	1,56	2,679	257	1,80	2,790	36	2,00	5,345	3	2,00	4,951	2	1,90	2,104	14	1,59	2,658	276	
Genética/Herencia	2,88	2,337	57	3,77	1,806	354	3,81	2,320	57	4,00	3,406	34	3,76	2,144	33	3,71	2,019	475	
Geriatría/Gerontología	2,00	0,897	7	2,90	0,971	14				3,00	1,077	2				2,69	0,966	20	
Hematología	2,94	2,251	223	2,88	2,011	73	3,00	3,215	4	3,00	4,179	3	3,00	1,968	10	2,94	2,279	276	
Higiene/Salud pública	1,57	1,109	38	1,87	1,058	41	1,50	0,827	3	1,00	2,478	1	1,25	1,363	14	1,72	1,140	83	
Ingeniería Biomédica	1,50	0,887	18	3,02	1,028	44	3,00	1,079	4	3,50	1,216	2	2,50	0,855	4	2,72	1,010	61	
Inmunología	2,62	2,531	395	2,79	2,368	107	2,97	3,410	39	3,00	5,562	46	2,71	3,023	47	2,69	2,712	544	
Medicina Interna	1,68	9,300	324	1,77	8,689	68	2,00	21,14	1	2,75	3,818	5	1,78	9,613	30	1,70	8,852	387	
Medicina Tropical	1,56	1,004	17	2,00	1,384	6	1,50	8	3	2,00	0,968	1				1,70	1,095	25	
Medicina (varios)	2,41	1,688	198	3,33	1,660	116	3,83	0,732	12	3,80	1,787	7	3,08	1,348	17	2,78	1,694	307	
Medicina Veterinaria	2,00	0,260	1	2,12	0,721	121	2,00	2,281	9	2,33	0,922	4	2,19	0,703	40	2,13	0,723	158	
Micología	2,55	0,525	13	2,92	0,550	30	2,86	0,650	9				1	3,00	0,502	1	2,82	0,564	48
Microbiología	2,80	2,028	158	3,85	1,566	543	3,92	0,627	85	3,88	2,505	53	3,27	1,698	51	3,70	1,696	815	
Multidisciplinar	4,00	10,96	13	4,00	5,482	45	4,00	1,716	8	4,00	11,48	18	4,00	9,417	4	4,00	7,846	78	
Neurociencias	2,04	7	361	3,60	2,088	420	3,90	9,125	90	3,91	6	40	2,64	2,068	22	3,03	1,961	836	
Nutrición/Dietética	2,13	1,633	18	3,15	0,805	65	3,38	2,485	8	3,00	2,408	9	3,00	0,892	13	2,99	0,779	88	
Obstetricia/Ginecología	1,70	0,841	si	2,27	1,111	42		0,947	1	1,00	0,511	1	2,00	1,036	4	1,84	0,997	112	
Odontología	1,29	0,989	24	1,71	0,593	9	3,00		1		1,517		1,00	0,713	1	1,45	0,560	32	
Oftalmología	2,08	0,525	27	2,70	1,333	24	2,00	0,779	1				2,00	0,517	2	2,37	1,159	51	
Ortopedia	1,96	1,012	28	2,31	1,424	13		0,544								2,06	1,206	34	
Otorrinolaringología	1,35	1,112	24	1,63	0,704	19										1,50	0,645	41	
Parasitología	4,00	0,618	1	3,34	0,765	81	3,17		14	3,17		6	3,40	1,397	5	3,33	0,840	99	
Patología	2,29	1,000	106	2,62	1,224	89	3,00	0,675	2		1,769		2,71	1,215	9	2,44	1,554	182	
Pediatría	1,79	1,896	136	2,33	1,299	42	2,00	1,057	1	2,00		2	1,83	1,097	7	1,89	1,081	165	
Psiquiatria	1,89	1,059	87	2,21	2,068	30	2,67	1,009	6		2,176		1,75	2,558	11	1,95	2,047	110	
Radiología/Medicina Nuclear	1,31	1,841	144	2,54	0,915	27	3,00	2,495	2	4,00		2	2,00	0,920	14	1,44	1,253	177	
Reumatología	2,00	1,328	105	2,00	1,814	12	2,00	2,529	2	2,00	0,689	5	2,00	1,277	2	2,00	2,029	116	
Sistema Cardiovascular	2,01	2,075	247	2,36	2,079	48	3,00	3,094	5	3,00	1,374	1	3,00	1,870	5	2,10	2,089	283	
Sistema Respiratorio	1,42	2,068	160	1,77	1,331	27		2,632			1,942		2,50	0,544	3	1,48	1,516	177	
Toxicología	2,75	1,560	19	2,65	0,857	70	2,91		16	3,00		12	2,50	0,605	10	2,71	0,852	112	
Urología/Andrología	1,69	0,782	275	1,92	1,142	50		1,077			0,744		1,50	1,008	2	1,74	1,349	297	
Virología	2,39	1,366	20	3,61	1,996	26	3,94		19	4,00		56	3,80	2,278	23	3,63	2,753	128	
		1,485	5.17			6.28		2,583	923		3,734	834			719			2.42	
			9			9									13.944			5	

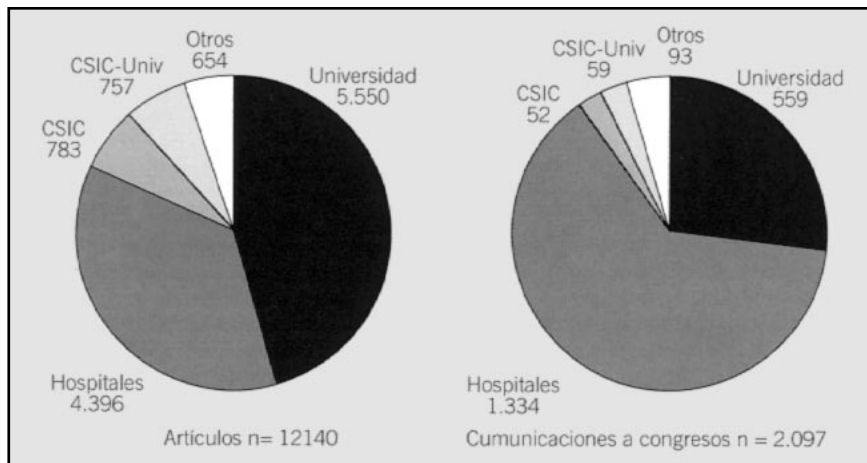


Fig. 2. Artículos y comunicaciones a congresos originados por cada tipo de institución.

le sigue en mucha menor producción la procedente de la CA de Cataluña y, aún más distanciada, la de Andalucía (fig. 3). La colaboración entre servicios de un mismo Hospital o entre distintos Hospitales es muy elevada y alcanza el 40 % de los documentos. En la Universidad, la cooperación entre distintos departamentos o facultades alcanza el 12 % de los documentos. Estas cifras de cooperación interna o intrainstitucional descienden notablemente en los institutos del CSIC o mixtos CSIC-Universidad (alrededor del 5 %) y en la industria (3 %).

Centros más productivos. Para el estudio de los centros más activos se ha considerado producción tanto aquella que firma sólo dicho centro como la que firma en colaboración con otros. El centro más productivo es el Hospital Clínic i Provincial de Barcelona con 515 artículos, seguido de

la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona con 486 y el Centro de Biología Molecular de Madrid con 433. A continuación, el Centro Especial Ramón y Cajal de Madrid con 391; la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona con 354 y la de Madrid con 338; el Hospital de la Santa Creu y Sant Pau con 316 y la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid con 302. Siguen el Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC de Madrid y seis grandes hospitales de Barcelona y Madrid. En la tabla 6 se presenta solamente la producción procedente de hospitales, tras seleccionar aquellos que en el período estudiado han producido más de 20 artículos, solos o en colaboración con otras instituciones. Solamente hay 15 hospitales con más de 100 artículos, todos ellos de Barcelona y Madrid, excepto la Ciudad Sanitaria La Fe de Valencia, el Hospital Clínic

de Salamanca y el Hospital Marqués de Valdecilla de Santander. Con cantidades de artículos inferiores aparecen hospitales más ampliamente distribuidos por la geografía española. En la tabla 7 se presenta la producción absoluta de documentos (sólo artículos) y su comparación con la relativa en función del número de personal facultativo y becario y en función de los costes globales de personal. Las dificultades en la obtención de estos datos de forma fiable (por la inexistencia de memorias de los centros o de registros de contabilidad de aquellas épocas, por ejemplo) han sido, en la mayoría de los casos, la principal razón por la que el estudio no ha podido ser completado con todos los hospitales más productivos. En algunos centros existe un cierto paralelismo entre producción y recursos humanos, tanto en coste como en número. Sigue destacando el Hospital Clínic i Provincial de Barcelona a distancia del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau y de la Fundación Jiménez Díaz de Madrid, mientras se aproximan a estos estándares los Hospitales Municipales de Barcelona-IMIM, la Clínica Puerta de Hierro de Madrid e incluso el Hospital Germans Trias i Pujol de Badalona (Barcelona). En cambio, algunos centros, considerados importantes en cuanto a producción absoluta, presentan una relación claramente inversa, como sería el caso del Hospital del Valle de Hebrón de Barcelona y el Hospital Clínico San Carlos de Madrid. Los otros centros en los que ha sido posible obtener datos obtienen producciones relativas bastante inferiores. Para cada una de las instituciones más productivas se ha desagregado la información con el fin de poder determinar centros de excelencia según áreas temáticas. En la tabla 8 se muestra, a título de ejemplo, el desglose del centro más producti-

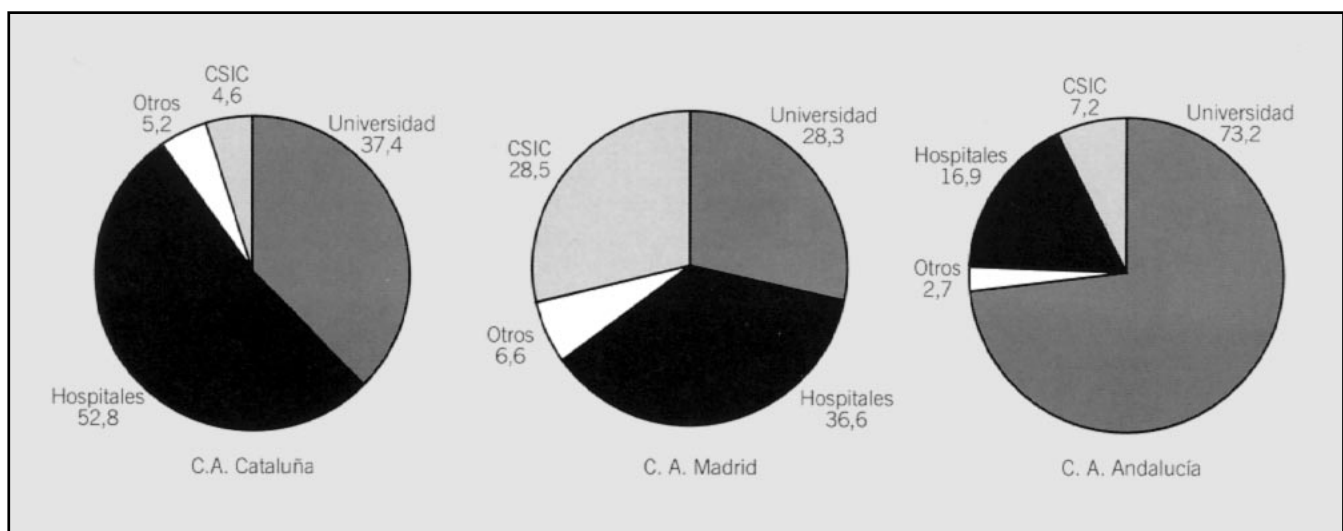


Fig. 3. Aportación diferencial de las grandes instituciones en tantos por ciento (sólo artículos). Se muestran tres Comunidades Autónomas representativas: la de Madrid -donde destaca el papel de los hospitales y el CSIC-, la de Cataluña -donde la principal fuente de producción son los Hospitales- y la de Andalucía, característica de la mayoría de Comunidades Autónomas, ya que la producción proviene fundamentalmente de la Universidad.

vo, el Hospital Clínico de Barcelona y la comparación del factor de impacto medio y del índice de Narin con la media de España en cada uno de los temas. Se introduce, además, el indicador factor de impacto relativo (FIR), que informa para cada especialidad temática si el hospital ha publicado en revistas por encima (FIR superior a 1) o por debajo (FIR inferior a 1) de la media de España. En cuanto a los centros sanitarios más productivos cabe señalar lo siguiente. El Hospital Clínico i Provincial de Barcelona destaca tanto por el número de artículos como por su FIR superior a 1 en los siguientes temas: Gastroenterología, Medicina Interna, Sistema Respiratorio, Hematología, Inmunología, Cirugía y Urología. El Centro Especial Ramón y Cajal de Madrid destaca por el número de artículos y FIR superior a 1 en Bioquímica, Microbiología, Urología y Neurociencia. En Inmunología, sin embargo, el FIR es inferior a 1. El Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona destaca por su producción en Dermatología, Farmacología y Farmacia, Sistema Cardiovascular, Radiología y Medicina Interna. La Ciudad Sanitaria i Universitaria Vall d'Hebron de Barcelona presenta un perfil variado y destaca en Neurociencias, Medicina Interna (alto FIR), Sistema Cardiovascular e Inmunología. La Fundación Jiménez Díaz de Madrid sobresale en Bioquímica y Biología Molecular e Inmunología, con FIR superiores a la unidad. El Hospital La Paz de Madrid destaca en Cirugía, Urología y Neurociencias. El Hospital Príncipes de España de Bellvitge destaca en Neurociencias, Cirugía y Medicina Interna. La Ciudad Sanitaria 12 de Octubre de Madrid, en Cirugía (FIR superior a 1) y Neurociencias. El Hospital Clínico San Carlos de Madrid, en Dermatología (FIR superior a 1). La Ciudad Sanitaria La Fe de Valencia, en Sistema Cardiovascular y Hematología (FIR superior a 1). Los Hospitales Municipales de Barcelona-IMIM, en Inmunología y Cirugía (éste con FIR superior a 1) y la Clínica Puerta de Hierro de Madrid, en Inmunología y Cirugía (FIR superior a 1). En cuanto a las Facultades de Medicina más relevantes, la de la Universidad de Barcelona destaca con una producción total elevada en Gastroenterología, Bioquímica y Sistema Respiratorio, tanto por el número de artículos como por su FIR superior a 1. La Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona destaca en Farmacología y Farmacia, Medicina Interna y Neurociencias (FIR superior a 1). En la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid destacan las Neurociencias, la Bioquímica y Biología Molecular y la Inmunología (FIR superior a 1). En la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid sobresalen la Endocrinología, las Neurociencias y la Farmacología (ésta con FIR superior a 1). Finalmente, entre otros

TABLA 6

Hospitales con mayor número de artículos en el *Science Citation Index* (1986-1989)

Centro	N.º de documentos reales	N.º total de firmantes
Hospital Clínico i Provincial de Barcelona	515	755
Centro Especial Ramón y Cajal de Madrid	391	486
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona	316	422
Ciutat Sanitària i Universitària Vall d'Hebron de Barcelona	249	358
Fundación Jiménez Díaz de Madrid	248	303
Hospital La Paz de Madrid	225	319
Ciudad Sanitaria Príncipes de España, Bellvitge (Barcelona)	198	266
Ciudad Sanitaria 12 de Octubre de Madrid	182	250
Hospital Clínico San Carlos de Madrid	164	202
Ciudad Sanitaria La Fe de Valencia	161	211
Hospitales Municipales de Barcelona-IMIM, Barcelona	153	193
Clínica Puerta de Hierro de Madrid	151	199
Hospital Clínico de Salamanca	117	135
Hospital Marqués de Valdecilla de Santander	116	160
Hospital General Gregorio Marañón de Madrid	110	142
Clínica Universitaria de Navarra	94	119
Hospital Germans Trias i Pujol, Badalona (Barcelona)	86	122
Hospital de la Princesa de Madrid	65	80
Hospital General de Galicia, Santiago (La Coruña)	55	66
Hospital Clínico de Valencia	49	59
Hospital Virgen de la Macarena de Sevilla	46	49
Hospital Virgen del Rocío de Sevilla	42	63
Hospital Virgen del Lluç, Palma de Mallorca (Baleares)	41	48
Hospital Virgen de las Nieves de Granada	41	50
Hospital General de Valencia	40	53
Hospital Ntra. Sra. de Covadonga de Oviedo	39	53
Hospital Ntra. Sra. de Aránzazu, San Sebastián (Guipúzcoa)	36	53
Ciudad Sanitaria Las Cruces, Bilbao (Vizcaya)	36	47
Fundación Puigvert de Barcelona	34	40
Hospital Reina Sofía de Córdoba	32	41
Hospital Clínico de Zaragoza	32	49
Hospital Juan Canalejo de La Coruña	28	41
Hospital Clínico de Granada	28	38
Hospital Infantil San Juan de Dios, Esplugues (Barcelona)	26	35

centros de gran productividad cabe mencionar el Centro de Biología Molecular de Madrid, con una notable aportación en Bioquímica y Biología Molecular, tanto en cantidad como en calidad, aportación seguida a distancia de otras áreas básicas como Virología, Inmunología, Microbiología, Genética y Neurociencias; en todos los

casos destaca el elevado valor del FIR, muy superior a la unidad. Igualmente, el Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC de Madrid sobresale en Bioquímica y Biología Molecular, Microbiología, Citología, Genética e Inmunología.

Análisis por áreas temáticas. Debido a la

TABLA 2

Producción absoluta y relativa de algunos centros hospitalarios más productivos (sólo artículos), en función del número y coste del personal

Centro ^a	PA	FIS	PR (CAP. I)	PR (FAC.)
1. Hospital Clínico i Provincial de Barcelona	515	161.297,8	46,2 (1)	0,84
3. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona	316	154.457	43,4	0,61
4. Ciutat Sanitària i Universitària Vall d'Hebron de Barcelona	249	83.663,6	12,2 (2)	0,20 (3)
5. Fundación Jiménez Díaz de Madrid	248	230.000	59,7	0,59
9. Hospital Clínico San Carlos de Madrid	164	46.983,1	16,8	0,24
11. Hospitales Municipales de Barcelona-IMIM	153	68.910	35,5	0,49
12. Clínica Puerta de Hierro de Madrid	151	298.984	31,9	0,38
13. Hospital Clínico de Salamanca	117	87.944,1 (5)	13,6 (5)	0,18 (5)
14. Hospital Marqués de Valdecilla de Santander	116	88.802,5	12	0,20
15. Hospital General Gregorio Marañón de Madrid	110	53.017 (4)	7,9	0,13
17. Hospital Germans Trias i Pujol de Badalona	86	120.017,8	26	0,32
18. Hospital de la Princesa de Madrid	65	98.725,6	16,8	0,21
25. Hospital General de Valencia	40	-	9,8	0,13
27. Hospital Ntra. Sra. de Aránzazu de Guipúzcoa	36	39.901	6,4	0,10

^a = N.º de orden según la tabla 6.

PA: producción absoluta de cada centro (sólo artículos) 1986-89; FIS: total acumulado de ayudas recibidas del FISs para proyectos de investigación de 1986 a 1989 en miles de pesetas; PR (CAP. I): producción relativa respecto al coste de todo el personal de cada centro (media de los años 1986-89), expresado en n.º de documentos por miles de millones de pesetas; PR (FAC.): producción relativa respecto al n.º de facultativos (media de facultativos, MIR, becarios de los años 1986-1989), expresado en número de documentos por persona. 1: 1990; 2: 1988-1989; 3: 1989; 4: 1986-1988; 5: 1989.

TABLA 8

Hospital Clínic i Provincial de Barcelona: desglose de los artículos publicados en cada especialidad con indicación de los índices de Narin y factor de impacto medio del factor de impacto relativo

Área temática	Total (576)	INM	FIM	FIR	España	
					INM	FIM
Alergia	2	1,00	0,994	0,848	1,20	1,172
Anatomía	2	3,00	1,690	1,777	3,96	0,951
Bioquímica/Biología Molecular	3	4,00	1,567	0,692	3,96	2,264
Cáncer	12	2,55	2,732	1,359	2,47	2,011
Cirugía	36	1,50	1,213	1,052	1,62	1,153
Citología/Histología	5	3,20	1,946	1,352	3,70	1,439
Dermatología	20	1,32	1,210	1,107	1,35	1,093
Endocrinología/Metabolismo	24	2,94	1,966	1,079	3,06	1,822
Farmacología/Farmacología	14	2,09	1,162	0,855	2,81	1,358
Fármacos/Adicción	2	-	2,040	1,679	2,54	1,215
Fisiología	10	4,00	1,026	1,346	3,98	0,762
Gastroenterología	77	1,88	3,656	1,375	1,59	2,658
Genética/Herencia	2	3,00	3,031	1,501	3,71	2,019
Hematología	43	2,90	2,399	1,053	2,94	2,279
Higiene/Salud Pública	8	1,57	0,980	0,860	1,72	1,140
Inmunología	39	2,52	2,797	1,031	2,69	2,712
Medicina Interna	51	1,79	9,851	1,113	1,70	8,852
Medicina Tropical	8	1,50	0,798	0,729	1,70	1,095
Medicina (varios)	13	2,17	1,744	1,030	2,78	1,694
Micología	1	3,00	0,502	0,890	2,82	0,564
Microbiología	10	2,50	2,257	1,331	3,70	1,696
Multidisciplinar	1	-	10,032	1,279	4,00	7,846
Neurociencias	19	2,00	2,135	1,089	3,03	1,961
Nutrición/Dietética	1	3,00	0,359	0,461	2,99	0,779
Obstetricia/Ginecología	6	1,83	1,219	1,222	1,84	0,997
Oftalmología	1	2,00	0,345	0,298	2,37	1,159
Ortopedia	1	1,00	1,182	0,980	2,06	1,206
Otorrinolaringología	2	1,50	0,623	0,965	1,50	0,645
Patología	8	2,50	2,082	1,340	2,44	1,554
Pediatría	5	1,20	0,669	0,619	1,89	1,081
Psiquiatría	6	1,75	1,081	0,528	1,95	2,047
Radiología/Medicina Nuclear	12	1,42	1,683	1,343	1,44	1,253
Reumatología	25	2,00	2,302	1,135	2,00	2,029
Sistema Cardiovascular	22	2,05	1,959	0,938	2,10	2,089
Sistema Respiratorio	44	1,69	1,766	1,165	1,48	1,516
Toxicología	5	3,00	0,882	1,035	2,71	0,852
Urología/Andrología	36	1,79	1,578	1,170	1,74	1,349

La producción absoluta es de 516 artículos que, clasificados en las distintas áreas temáticas, suponen los 576 que se presentan desglosados. INM: índice de Narin medio sobre 496 casos en los que se disponía de esta información; FIM: factor de impacto medio y FIR: factor de impacto relativo sobre la media de España en cada área temática.

extensa información de que se dispone para cada área temática, en el presente artículo no es posible resumir las características observadas en cada una de las 45 áreas. En conjunto, a pesar de que la investigación en algunas especialidades se publica en revistas con factor de impacto igual o superior a la media del mundo, la comparación entre los factores de impacto esperados con los observados por cada especialidad demuestra que, en general, las citas que reciben los trabajos están por debajo de la media mundial. Por otra parte, el análisis de los centros más productivos en cada especialidad temática demuestra que, en algunos casos significativos, no existe una relación positiva entre la cantidad de trabajos producidos y el factor de impacto medio de las revistas donde han sido publicados. En este sentido, se observa que algunos centros con producción discreta, publican sus trabajos en revistas cuyo factor de impacto medio es superior al de las revistas donde publican algunos de los centros más productivos. En la tabla 9 se presenta el perfil global de la producción en cada tema y las citas re-

cibidas por sus artículos. Ello se muestra mediante los indicadores de actividad (AI) y de atracción (AAI). El AI refleja el tanto por ciento de investigación que un país dedica a un campo científico determinado, en relación con el tanto por ciento que le dedica el mundo. El AAI refleja lo mismo, referido a citas atraídas. El cuadrante superior derecho de la tabla 9 recoge aquellos temas de AI y AAI superiores a la media del mundo. Eso quiere decir, en el caso de España, que los temas de Anatomía, Dermatología, Fármacos/Adicción, Gastroenterología, Genética/Herencia, Micología, Microbiología, Reumatología y Urología/Andrología tienen una producción superior a la que se podría esperar de España según su producción total en biomedicina, y también que son los que reciben más citas de las que les correspondería, teniendo en cuenta las que esos campos reciben como media en el mundo.

Veamos a título de ejemplo, el análisis realizado para el área denominada Medicina general e interna. Esta temática ocupa el puesto número catorce en cuanto a pro-

ducción con 419 documentos, lo que supone el 2,8 % de la producción en biomedicina. De ellos, 387 son artículos y asimilados frente a 28 comunicaciones a congresos, con una proporción 93/7 que se podría esperar correspondiera a una ciencia básica, aunque en este caso está distorsionada por el elevado número de cartas que recogen algunas de estas revistas. Se han utilizado un total de 32 revistas de las 121 que abarca el SCI en esta disciplina. El índice de Narin medio de 1,7 corresponde a una disciplina clínica y el factor de impacto medio es de 8,852. Este FI tan elevado se debe a que el 78 % de los artículos se publican en cinco revistas, de las cuales dos, *The New England Journal of Medicine* y *The Lancet*, son las mejores de la disciplina, con unos FI de 21,148 y 14,480, respectivamente. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que estas dos revistas publican una elevada proporción de cartas (que en este trabajo se han asimilado a artículos), alrededor del 63 %. En el caso de la producción española la proporción aumenta todavía: 90 cartas por cada 10 artículos en *The Lancet* y 81 por cada 19 en *The New England Journal of Medicine*. Los mayores productores son los Hospitales, los cuales han intervenido en 324 artículos, mientras que

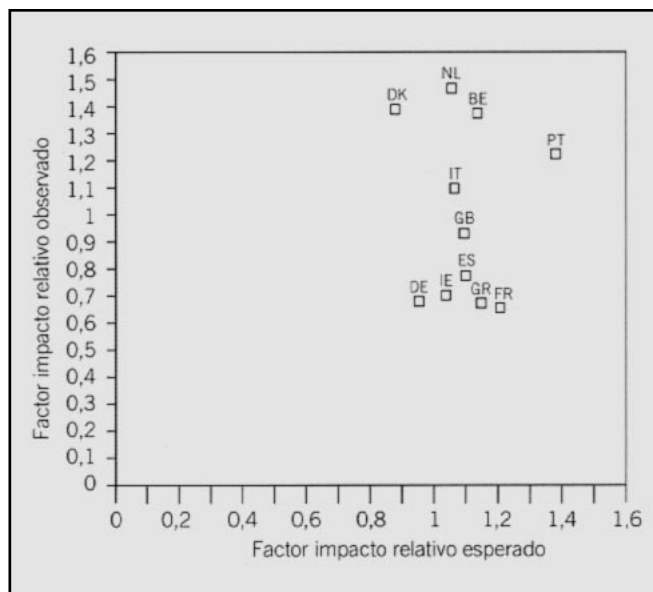
TABLA 9

Clasificación de las áreas temáticas en las que se han producido artículos a lo largo de 1986-1989 en España, según sus índices de actividad y atracción

Baja actividad	Alta actividad
Alta atracción	Alta atracción
Sistema Respiratorio	Anatomía
Toxicología	Dermatología
Virología	Fármacos/Adicción
	Gastroenterología
Baja actividad	Genética/Herencia
Baja atracción	Micología
Anestesiología	Microbiología
Cáncer	Reumatología
Sistema Cardiovascular	Urología/Andrología
Cirugía	Alta actividad
Geriatría/Gerontología	Baja atracción
Higiene/Salud Pública	Alergia
Ingeniería Biomédica	Bioquímica/Biología Molecular
Inmunología	Citología
Medicina (varios)	Embriología
Medicina General e Interna	Endocrinología/Metabolismo
Medicina Tropical	Farmacología/Farmacología
Neurociencias	Farmacología/Farmacología
Nutrición/Dietética	Fisiología
Obstetricia/Ginecología	Hematología
Odontología	Parasitología
Oftalmología	
Ortopedia/Traumatología	
Otorrinolaringología	
Patología	
Pediatría	
Psiquiatría	
Radiología/Medicina Nuclear	
Medicina Veterinaria	

la Universidad sólo ha participado en 68. La provincia de mayor producción es Barcelona, con 182 artículos y Madrid, con la participación en 113. El resto de las provincias tienen una participación muy escasa. De acuerdo con lo anterior, los seis centros más activos de Barcelona son: Hospital Clínic i Provincial, Facultades de Medicina de las Universidades Autónoma y Central, Hospitales Valle de Hebrón, Príncipes de España de Bellvitge y de la Santa Creu i Sant Pau. La producción de los países de la CE en Medicina Interna no sigue la distribución observada en otros temas: el Reino Unido aporta más de 17.000 seguido de lejos por Alemania y Francia, con poco más de 4.000 documentos. Los restantes países aportan cantidades de documentos mucho menores, entre ellos España. Los grandes países productores no coinciden en este caso con los más citados, sino que algunos de los pequeños productores son los que reciben más citas. Tal como se observa en la **figura 4**, el Reino Unido está ligeramente por debajo de la diagonal, y España está mejor situada que Francia y Alemania atendiendo al indicador factor de impacto relativo observado. Así, a pesar del elevado número de cartas de la aportación española, éstas reciben un número considerable de citas.

Fig. 4. Análisis del factor de impacto relativo esperado frente al observado en el área temática de medicina general e interna. Artículos de España (ES), Dinamarca (DK), Holanda (NL), Bélgica (BE), Portugal (PT), Italia (IT), Reino Unido (GB), Alemania (DE), Irlanda (IE), Grecia (GR) y Francia (FR).



Discusión

Limitaciones y características del estudio realizado. La producción científica realizada desde España y publicada en revistas internacionales, fundamentalmente en inglés, es la que tiene mayores probabilidades de difusión y reconocimiento en el ámbito de la comunidad científica de influencia anglosajona, comunidad que hoy ostenta el liderazgo en cuanto a intercambio científico se refiere. La elección de la base de datos del *Science Citation Index* (SCI) se debe a que es la única que recopila la bibliografía de los trabajos indizados y, por tanto, permite hacer análisis de citas. Siendo conscientes de las limitaciones y sesgos de la fuente de datos^{6,14-17}, el presente trabajo ni es un estudio de toda la producción científica española ni tampoco un estudio de la producción científica española que puede ser reconocida por la comunidad científica mundial. La base de datos SCI recoge lo publicado en la mayoría de revistas internacionales y en solamente cinco revistas españolas. Para obtener una panorámica completa de la producción española en biomedicina, estos casi 13.000 documentos deberían sumarse a los de la base de datos Índice Médico Español (IME), que indiza un total de 321 revistas españolas de medicina. En el período 1986-1989 esta base de datos tenía recogidos 45.748 documentos, mayoritariamente artículos de revista¹⁸. A pesar de ello, consideramos que los documentos analizados en el pre-

sente estudio son los que tienen una mayor posibilidad de reflejar la producción científica española de mejor calidad y/o aquellos que tienen mayor probabilidad de ser difundidos y reconocidos como la aportación de España. Por lo tanto, dadas las limitaciones conceptuales existentes, conviene resaltar diversas consideraciones metodológicas. Tanto los análisis bibliométricos cuantitativos como los cualitativos no permiten la comparación entre distintas áreas del conocimiento. Por ello, debe darse mayor valor a las comparaciones que se han efectuado dentro de una misma temática y ser mucho más críticos en aquellas agrupaciones que se han realizado de acuerdo con zonas geográficas y aun más, cuando se ha tratado de comparar la producción entre diversos centros. La mayoría de los análisis globales se han efectuado sólo bajo la perspectiva cuantitativa, si bien ninguna publicación supone una contribución idéntica a cualquier otra y sólo una determinada y reducida parte del material publicado será leída y tenida en cuenta por terceros. En el presente trabajo, se tratan separadamente los resúmenes de congresos de los artículos, ya que ambos reflejan distintos aspectos de la producción científica. Las presentaciones a congresos muestran la investigación más reciente, no necesariamente pasan controles de calidad estrictos y habitualmente dan lugar a publicaciones en revistas científicas cuando la investigación alcanza una fase más madura. A las presentaciones a congresos se les reconoce otra misión diferente: además de la trans-

misión de conocimiento, son un vehículo muy importante de relación de los investigadores entre sí, de darse a conocer en el mundo y favorecen la creación de lo que ya en su día Price denominó «colegios invisibles»¹⁹.

La base de datos del SCI tiene un protagonismo casi exclusivo de la producción de la comunidad anglosajona, tanto en lo que se refiere a la selección de revistas que cubre (y vacía totalmente) como al idioma de las mismas¹⁵. En cuanto al análisis de citas, el indicador ha de considerarse como un aspecto del impacto que producen los trabajos. El análisis de citas ha sido muy criticado, pues en el hecho de que se cite o no un artículo determinado inciden muchos factores, algunos de tipo sociológico. Más de la mitad de los artículos de biomedicina no son citados jamás durante los cinco años posteriores a su publicación²⁰. Las revistas de más prestigio, los grupos reconocidos internacionalmente, los temas candentes y sujetos a debate son objeto preferente de la citación. Muchos trabajos realizados por autores españoles no obtienen las citas esperadas, lo que puede ser debido tanto a la calidad intrínseca de la investigación como al mayor reconocimiento que, a priori, se le da a la producción de otros países europeos.

Es sabido que las citaciones que alcanza la investigación básica siempre son superiores a las de la investigación clínica y epidemiológica²¹. También se sabe que los artículos de revisión son los que tienen mayor oportunidad de ser citados. No pue-

den compararse directamente los resultados de la investigación en ciencia básica con los de la medicina clínica, ni los factores de impacto obtenidos en distintas áreas temáticas, cada una con sus características y peculiaridades¹⁴. No obstante, estas comparaciones están hoy muy extendidas y son objeto de todo tipo de equívocos⁴. En consecuencia, cuando se han analizado comparativamente áreas geográficas, temáticas o centros, el análisis se ha limitado al estudio cuantitativo, ya que no se han podido establecer unas fronteras precisas según el tipo de investigación realizada.

Por último, conviene justificar la utilización de diversos denominadores como factor de corrección, especialmente cuando se comparan centros entre sí. Si se parte del principio que un investigador o grupo de investigadores será más o menos productivo que otro u otros de la misma formación y tradición en función de los recursos de que dispongan (medios económicos y humanos), es fácil aceptar que cuanto mayor sea el centro y mayores sean los recursos de que se disponen, mayor será la producción científica, ya que ésta, en términos de cantidad, siempre tendrá una relación más o menos directa con el tamaño del centro o de sus efectivos³. En consecuencia, el establecimiento de rangos o listas no necesariamente expresará la calidad o potencia de los grupos de investigación. La utilización de denominadores aporta una nueva perspectiva para comparar los grupos en función de su productividad relativa.

En definitiva, la misma actitud que se requiere para la lectura de los resultados y conclusiones que se obtienen en el día a día de la ciencia, es necesaria, o quizá más, para la lectura de los estudios que se realizan en el campo de la investigación sobre la ciencia. Este enfoque ya fue etiquetado en su día por Elkana et al²² con el nombre de «eclecticismo disciplinado».

Comentarios a los resultados obtenidos. Este estudio confirma la observación, ya realizada en otros informes, de que la producción científica que se publica en revistas internacionales del área biomédica crece año tras año. A pesar de este crecimiento, que supone una contribución de más del 40 % de toda la producción científica española, España aún constituye un discreto contribuyente de la ciencia biomédica mundial. La aportación analizada en el presente estudio no llega al 4 % del total producido por la Comunidad Europea en el mismo ámbito; ocupamos un séptimo puesto en la CE, puesto del que se desciende cuando se relativiza la producción en función del PIB o del número de habitantes. Este reanálisis es el que permite reconocer a países como Dinamarca y Holanda, verdaderas potencias europeas junto al Reino Unido en cuanto a investigación biomédica se refiere, mien-

tras que, bajo un punto de vista comparativo, países como Alemania, Francia e Italia dedicarían más sus esfuerzos a otras ramas de la ciencia.

En líneas generales, el 58 % de la producción científica se concentra en las CCAA de Madrid y Cataluña. La relativización de los datos confirma la existencia de áreas geográficas sobresalientes en investigación biomédica. Al realizar el cociente con el PIB, se introduce el factor riqueza y entonces resaltan las comunidades uniprovinciales de Navarra, Cantabria o Murcia. Al realizar el cociente con la cifra de habitantes debe considerarse que no sabemos si existe alguna relación homogénea entre el número de habitantes y el número de científicos de que dispone la investigación biomédica en España, y que la delimitación por CCAA supone comparar zonas de extensiones distintas con desigualdades internas de carácter muy diverso. Por ello, una mejor aproximación quizá consiste en resaltar los datos obtenidos del desglose por provincias en función del número de habitantes. En este análisis, lógicamente Barcelona se acerca más a Madrid, aunque es más importante destacar cómo sobresalen las provincias de Salamanca, Granada, Valencia, Córdoba, y León, áreas de producción científica relevante cuyo papel quedaba diluido en la visión por CCAA. Dado el carácter uniprovincial antes aludido, es también lógico que Santander y Navarra sigan destacando como provincias.

La Universidad es responsable del 46 % de los documentos y los Hospitales del 39 %. Incluso en temas fronterizos con la investigación básica como las Neurociencias y la Inmunología, la aportación procedente de los Hospitales es similar o muy superior. Además, tanto en Madrid (sin tener en cuenta la valiosa aportación del CSIC) como en Barcelona, la red hospitalaria constituye la principal fuente de investigación biomédica. Por lo tanto, puede afirmarse que, de forma indirecta, el Sistema Nacional de Salud contribuye económicamente de una forma muy sustancial a la investigación biomédica española, aunque se desconoce el valor de esta aportación. Sólo existe información global acerca de los recursos que, de forma externa, destinan algunas agencias públicas de financiación, como sería el caso del FISs. Pero en el área biomédica es bien conocido que las fuentes de financiación externas son diversas y no sólo proceden de los fondos públicos (FIS, CICYT, DGICYT, CDTI, Comunidades Autónomas)³, sino que se presupone que los fondos privados (procedentes de la industria sanitaria) pueden ser tanto o más importantes. Además, en el área biomédica los recursos externos son sólo una parte del coste global de la investigación y se desconoce a qué proporción corresponden, ya que las desigualdades organizativas de la investigación en el Sistema Nacional de

Salud hacen que no exista uniformidad sobre el modo como se gastan los recursos externos. Además, hay que tener en cuenta los distintos costes de la investigación básica, la investigación clínica y la epidemiológica. La preponderancia de una u otra, ya sea en una área geográfica o en un centro determinado, condicionará la cuantía y el tipo de gasto que se realiza. Por ejemplo, según las memorias anuales del FISs del período 1986-89, la CA de Madrid recibió del FIS unos 1.410 millones, mientras que la de Cataluña unos 745, lo cual no guarda paralelismo alguno con la producción científica realizada. Si bien, estos recursos servirán para el fomento de la producción científica biomédica de los años noventa, la diferencia sólo podría tener justificación en el carácter más básico de la investigación biomédica que se realiza en la comunidad de Madrid. El estudio de los centros más productivos corrobora el liderazgo que otros informes han otorgado ya al Hospital Clínic i Provincial de Barcelona. Le siguen a continuación los principales centros sanitarios de Madrid y Barcelona. Ahora bien, cuando se realiza el cociente de la producción absoluta con el número o el gasto de personal, algunos centros de renombre obtienen menores producciones relativas. A pesar de que lo ideal hubiera sido ponderar los datos de producción absoluta con los recursos específicos destinados a investigación, ello ha sido imposible, dado que no se dispone de esta información y aún no existen criterios comunes para su elaboración. Los recursos que se reciben del FISs, por ejemplo, tampoco pueden ser utilizados como indicador, puesto que no son los únicos recursos que se utilizan para la investigación clínica, se solicitan y aplican de forma distinta en función del tipo de centro y son de diversa cuantía en función del tipo de investigación a desarrollar. Es conocido que existen enormes desigualdades entre los centros en cuanto a la disposición directa de recursos asistenciales (tanto humanos como de otros gastos corrientes) para efectuar una parte muy sustancial de la investigación. La investigación biomédica de algunos centros es reconocida no tanto por el volumen global, sino por la existencia de unos grupos muy destacados, los cuales concentran la mayor parte de la producción científica. Quizá sea discutible el que, por definición, toda institución sanitaria está obligada a hacer investigación de nivel y cuanto más grande sea, mayor el número de artículos que se debe esperar de ella. También es cierto que, algunas relaciones inversas observadas en centros de renombre, pueden ser demostrativas de desajustes en la trayectoria de investigación de estos centros. Por el contrario, la observación de que centros de mucho menor tamaño presentan una producción relativa que se aproxima a la de los centros más productivos, es demostrativo de que la ca-

lidad global no está reñida con el tamaño del centro. Si además se tiene en cuenta la importancia de la existencia de una determinada masa crítica y de un entorno, debería reconocerse el valor de la producción global de estos centros de menor tamaño. Consideramos que para la comparación de centros entre sí, se debe tener en cuenta, entre otros factores, el tipo de producción científica (y por ende, sus dificultades, por ejemplo, según el área temática o según la investigación sea más básica o más clínica), el tipo de organización de que disponen para la realización de investigación, la trayectoria de sus facultativos en los últimos 10-15 años, las relaciones con la Universidad o el CSIC si existen, etc. Las comparaciones más aceptables son aquellas que se hacen en el marco de la misma área temática y en este estudio, se confirma una vez más la necesidad de que se preste mayor atención a los grupos de investigación como unidad de estudio que al propio centro. En este sentido, se denota la existencia de grupos muy productivos y de gran nivel ubicados en centros y áreas geográficas que no sobresalen en las listas de rangos y, por lo tanto, quedan aislados del contexto global.

Existen otras informaciones globales que nos indican que la investigación biomédica en el sistema de salud español ha seguido evolucionando en sentido favorable. El presente estudio se basa en el período 1986-1989, refleja la investigación realizada unos años antes y ya no refleja la situación actual, caracterizada por la consolidación de centros que emergían a principios de los ochenta y por la mayor y mejor productividad de muchos otros hospitales. La vejez relativa de los datos que se han

presentado permiten exponer con cierta perspectiva algunos desajustes aparentes. Nuestro reto consiste en continuar estos análisis durante el período 1990-1993 y compararlos con el período estudiado.

Agradecimiento

Este trabajo ha sido realizado con una ayuda del FISs, 90/4001. Los autores desean agradecer la colaboración recibida en diversas etapas del trabajo de Aurora Cabrero y Ángeles Zulueta (CINDOC, Madrid) y de Jaume Marrugat, Balbina Ugena y Xavier Casals (IMIM, Barcelona).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pestaña A. ¿Quién es quién en ciencias de la vida en España? *Mundo Científico* 1990; 10: 1.200-1.208.
2. Terrada ML, López Piñero JM. La producción científica española y su posición en la comunidad internacional. En: López Piñero JM, editor. *España. Ciencia*. Madrid: Espasa-Calpe, 1991; 73-109.
3. Pestaña A. La regionalización de la actividad científica española. *Mundo Científico* 1992; 12: 508-517.
4. López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (I). Usos y abusos de la bibliometría. *Med Clin (Barc)* 1992; 98: 64-68.
5. López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (II). La comunicación científica en las distintas áreas de las ciencias médicas. *Med Clin (Barc)* 1992; 98: 101-106.
6. López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (III). Los indicadores de producción, circulación y dispersión, consumo de la información y repercusión. *Med Clin (Barc)* 1992; 98: 142-148.
7. López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (IV). La aplicación de los indicadores. *Med Clin (Barc)* 1992; 98: 384-388.
8. Schubert A, Glänzel W, Braun T. Scientometric datafile. A comprehensive set of indicators on 2,649 journals and 96 countries in all major science fields and subfields 1981-1985. *Scientometrics* 1989; 16: 1-6.
9. Narin F, Pinski G, Gee H H. Structure of the Biomedical Literature. *J Am Soc Inform Sci* 1976; 27 (1): 25-45.
10. EUROSTAT. Estadísticas básicas de la Comunidad. Comparación de algunos países europeos, Canadá, Estados Unidos, Japón y Unión Soviética, 28.ª edición. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de la Comunidad Europea, 1991.
11. EUROSTAT. Estadísticas demográficas. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de la Comunidad Europea, 1990.
12. Papeles de Economía Española. Fundación Fondo para la Investigación Económica y Social. Anexo 4 (junio 1989), anexo 5 (abril 1990) y anexo 6 (abril 1991).
13. Instituto Nacional de Estadística. Población de derecho y de hecho de los municipios españoles. Padrón municipal de habitantes de 1986 y Rectificación del padrón municipal de habitantes a 1 de enero de 1987, 1988 y 1989. Madrid: INE, 1987, 1988, 1989 y 1990.
14. Garfield E. *Citation Indexing. Its Theory and Application in Science, Technology and Humanities*. Nueva York: Wiley, 1979.
15. Carpenter MP, Narin F. The adequacy of the Science Citation Index (SCI) as an indicator of international scientific activity. *J Am Soc Inf Sci* 1981; 32: 430-439.
16. Mikhailov AI, Chernyi AI, Giliarenskii RS. *Scientific Communications and Informatics*. Arlington: Information Resources Press, 1984.
17. Seglen PO. Citation frequency and journal impact: valid indicators of scientific quality? *J Int Med* 1991; 229: 109-111.
18. Amat CB, Cebrián Carot M. *Directorio de las Revistas Biomédicas Españolas, 1986-1988*. Valencia: Centro de Documentación e Información Biomédica, 1989.
19. Price DJS. Networks of scientific papers. *Science* 1965; 149: 510-515.
20. Hamilton DP. Research papers. Who's uncited now? *Science* 1991; 251: 25.
21. Folly G, Hajtman B, Nagy JI, Ruff I. Some methodological problems in ranking scientists by citation analysis. *Scientometrics* 1981; 3: 135-147.
22. Elkana Y, Ledebert J, Merton RK, Thackray A, Zuckerman H. *Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators*. Nueva York: Wiley, 1978.