

Número de autores y colaboración institucional en los originales de investigación biomédica española. Evolución de los valores básicos de referencia en el periodo 1990-2009.

Number of authors and institutional collaboration in Spanish biomedical research articles. A longitudinal study of basic figures in the last 20 years.

Alfredo Yegros-Yegros, Elena M. Tur, Carlos B. Amat¹
INGENIO. CSIC y Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.

Fundamento y objetivo: El número de autores de las publicaciones científicas y técnicas aumenta de forma continuada. Las instituciones, los organismos financiadores y las políticas públicas fomentan la investigación cooperativa, pero la autoría múltiple suscita desconfianza o rechazo. La valoración de un historial científico personal sería más fiable si se contara con datos de referencia. Este trabajo analiza el número de autores de los originales españoles de investigación biomédica para obtener valores de referencia.

Material y método: Se han descargado del WOS 169.740 originales de investigación biomédica con participación española publicados entre 1990 y 2009. En cada caso se ha calculado el número de autores por trabajo y la proporción de trabajos de autor único. Las cifras resultantes se han puesto en relación con el número de instituciones españolas y extranjeras por trabajo. Los resultados se han expresado en el contexto de las disciplinas y las áreas de la investigación biomédica.

Resultados: El promedio de autores ha aumentado en un 57,56 % pasando de 4,51 en 1990 a 7,11 en 2009. El incremento es mayor en las áreas de Patología infecciosa (66,07%) Neurociencias (61,29 %) y Biomedicina (69,53 %). La proporción de originales de autor único ha descendido de un 3,59 a un 2,08 % en el periodo. Existe una correlación significativa entre el número de instituciones y el correspondiente número de autores (Spearman 0,53 $p < 0,01$). Esta relación se ve reforzada cuando la colaboración institucional se establece con centros internacionales. El número de autores es casi siempre mayor que el obtenido en otras estimaciones.

Conclusiones: El número de autores de los trabajos españoles de investigación biomédica está inflado. Aunque tanto esta cifra como la proporción de trabajos en equipo siguen la tendencia general de aumento continuado en los últimos años, la comparación con otras estimaciones revela que los autores de los originales españoles de investigación biomédica siempre son más numerosos. La disciplina y el nivel de colaboración, especialmente con centros internacionales, se asocian a un mayor número de autores por trabajo.

¹ Correspondencia: Dr. Carlos B Amat (cbenito@ingenio.upv.es)
INGENIO [CSIC-UPV], Institute of Innovation and Knowledge Management
Universidad Politécnica de Valencia - Camino de Vera s/n
Ciudad Politécnica de la Innovación - Edificio 8E 5ª Planta
46022 - Valencia

Abstract

Motivation: The number of authors of scientific papers grows continuously. Whereas collaboration presents epistemic advantages and is encouraged by funding agencies, multiple authorship sometimes raises doubts on the attribution of scientific merit.

Objectives and method: We've analyzed the number of authors in 169,740 Spanish biomedical research articles published in the last 20 years and indexed in the Web of Science. The resulting figures have been related with the number of both Spanish and foreign institutions participating in the papers. We offer the results in the context of the broad research areas (5) and the specific subject categories (78) of Biomedical research and compare them with other estimates of the same variables.

Results and conclusions: Average number of authors per paper follows the global tendency and grows by a 57.56 %, increasing from 4,51 authors per paper in 1990 to 7.11 in 2009. The increase was higher in Infectious diseases (66,07%) Neurosciences (61,29 %) and Biomedical research (69.53 %) fields. The share of solo author papers decreased from 3.59 to 2.08 per cent in the same period and similar differences were observed among subject categories and areas. There is a clear relationship between the number of participating institutions and the number of authors per paper and this relationship is reinforced when the collaboration comes from foreign research centers. In general, the number of authors in the Spanish biomedical research papers exceeds the figures resulting from other estimates.

Introducción

El número de autores de las publicaciones científicas y técnicas aumenta de forma continuada. El análisis de casi 20 millones de trabajos de investigación y de alrededor de 2 millones de patentes ha revelado un crecimiento sustancial del trabajo cooperativo: el promedio de autores por publicación (incluyendo patentes) casi se ha duplicado, pasando de 1,9 a 3,5 entre 1955 y 2000¹. El estudio citado detecta un aumento aún mayor en las ciencias sociales y la misma tendencia en áreas científicas (Matemáticas, por ejemplo) donde las investigaciones no dependen de la acumulación de equipamiento o del tamaño de los laboratorios. Estudios similares realizados por el mismo equipo² y por otros sobre universidades estadounidenses³ y europeas⁴ revelan estas mismas tendencias, que también se han detectado repetidamente en los trabajos de investigación médica⁵.

La creciente cooperación entre científicos favorece sus objetivos epistémicos: les permite plantear objetivos de investigación que no pueden abordar en solitario, porque facilita el manejo de recursos más abundantes y la combinación de conocimientos dispares; además, previene contra el hecho de que resultados de importancia pasen desapercibidos o se olviden; también juega un papel muy importante en la formación de jóvenes investigadores y es responsable de la rapidez con que avanza el conocimiento científico⁶. El número de autores colaboradores de los trabajos científicos se asocia a una mayor productividad de los grupos y a una mayor frecuencia de citas de los artículos que publican^{1,7-9}. También se han hallado evidencias sobre la relación entre la publicación de trabajos de autores múltiples y la financiación concedida a los grupos^{10,11}.

La colaboración científica es, pues, deseable pero la autoría múltiple suscita desconfianza o rechazo. Las instituciones, los organismos financiadores y las políticas

públicas fomentan la investigación cooperativa: unidades mixtas, redes temáticas o institutos sanitarios son buenos ejemplos en España¹². Es natural pensar que las investigaciones realizadas de forma cooperativa se expresen mediante la publicación de trabajos de autores múltiples. Sin embargo, al intentar traducir la autoría de los trabajos de investigación en mérito científico han surgido contradicciones y paradojas. El conflicto se plantea como sigue: ni el crédito ni la responsabilidad derivados del hallazgo de una certeza mediante el empleo del método científico son fraccionables o susceptibles de contabilidad. La responsabilidad y la verdad son absolutas, por eso hay que definir la autoría de los trabajos científicos en términos estrictamente individuales¹³. La evidencia empírica o los relatos anecdóticos de muchos editores sugieren la existencia generalizada de malas prácticas de autoría¹⁴. A pesar de esto, la complejidad de las relaciones entre autoría, responsabilidad y crédito radica en las tensiones entre la economía de la ciencia y la economía de mercado. Y en el hecho de que estas economías, opuestas histórica y lógicamente, se han situado muy próximas por el desarrollo de contextos de investigación altamente cooperativos y que requieren un uso intensivo de capital¹³. Buena parte de los criterios definitorios de autoría formulados por asociaciones de editores advierten más en contra de un número elevado de firmantes que sobre la posibilidad de que se haya pasado por alto un colaborador necesario. Algunos criterios de valoración reconocen la importancia del trabajo en equipo aunque exigen clarificar la contribución precisa de los trabajos que se aportan¹⁵. La evolución de los criterios de evaluación científica en España ha revelado un progresivo relajamiento en las exigencias para la atribución de mérito a los autores¹⁶. Este criterio coincide con la opinión de conjuntos de autores que, según recientes análisis, restan importancia al número de colaboradores como criterio de valoración del mérito investigador¹⁷ o presentan opiniones laxas sobre ciertas prácticas¹⁸. A medida que la revisión por expertos se ayuda de datos bibliométricos en la valoración de quienes demandan financiación para sus proyectos de investigación¹⁹⁻²³ se hace necesario contar con valores procedentes de adecuados conjuntos de referencia. La valoración de un historial científico personal sería más fiable si se contara con datos sobre el número habitual de autores en los trabajos de la misma especialidad, en el mismo entorno y en la misma época.

Las determinaciones del número de firmantes de las publicaciones españolas de investigación han sido episódicas, de poco alcance y sin relación con otras variables. El área estudiada con mayor frecuencia ha sido la investigación biomédica. Quienes han contabilizado el número de autores, a veces denominado con expresiones como “índice de co-autoría”, han elegido un enfoque común: la comparación de muestras de trabajos publicados en revistas españolas con otras de trabajos publicados contemporáneamente en revistas extranjeras. Este enfoque presenta varias limitaciones: 1) las revistas seleccionadas son casi siempre generales, lo que impide considerar la influencia de la especialidad o disciplina como variable explicativa; 2) el número de trabajos es muy pequeño, lo que impide apreciar la naturaleza de la distribución del número de autores; 3) no se realiza el seguimiento longitudinal a lo largo de periodos prolongados, ya sea en conjunto o mediante el seguimiento de grupos concretos; 4) sólo en un caso²⁴ se pone en relación el número de autores con el número de instituciones participantes en la realización de los trabajos y se atiende al ámbito de esa eventual colaboración institucional, y 5) no se analiza la posible relación entre la complejidad experimental, el tipo de experimento o trabajo realizado o el contenido de la publicación en cuestión con el número de autores colaboradores.

El número de autores en las publicaciones biomédicas y, en general, científicas se asocia de forma intuitiva a la especialidad o disciplina, también a la mayor o menor

complejidad de un diseño experimental o un proyecto y a los hábitos de cada grupo y las condiciones de colaboración con otros. Por eso, su estudio requiere al menos cuatro series de operaciones. En primer lugar, se necesita realizar un análisis cuantitativo que permita determinar las cifras básicas y las ponga en relación con otras variables en conjuntos de referencia (habitualmente grupos disciplinarios) homogéneos. En segundo lugar, se debe estudiar los casos extremos y la relación entre un número muy elevado o muy reducido de autores y otras características de las publicaciones en cuestión, como el tipo de documento producido o las series de experimentos que contiene. Un enfoque complementario pasa por agrupar temáticamente los trabajos y los grupos que los producen y observar las características de cada grupo de investigación. Por último, es necesario observar si las diferencias entre los escalafones que se producen con los diversos cálculos de la productividad de los autores justifican su empleo.

Este trabajo responde al esquema mencionado y analiza el número de autores de los originales españoles de investigación biomédica con el objetivo primordial de ofrecer datos de referencia. Abarca un periodo de 20 años para poner en evidencia si existe en la investigación biomédica española el mismo patrón evolutivo que se viene observando en general. Además, encuadra sus observaciones en los correspondientes contextos disciplinarios y pone en relación las cifras de autoría con las de colaboración institucional. En definitiva, es un trabajo exploratorio que trata de identificar los factores que pueden influir en el número de autores de los originales de investigación biomédica. Tras la descripción del procesamiento de los datos y la extracción de las variables, se ofrecen los resultados obtenidos sobre el número de autores por trabajo, la incidencia del trabajo cooperativo, la influencia de la colaboración institucional y la comparación entre las cifras obtenidas y las procedentes de estudios generales.

Fuentes y procesamiento de los datos

Existen varias fuentes para la extracción de trabajos españoles de investigación biomédica. De ellas la fuente de elección sería PubMed (<http://pubmed.org>). Sin embargo, se ha demostrado que no es una fuente adecuada para estudios bibliométricos porque no incluye todos los firmantes de los trabajos y tampoco sobre su filiación institucional, defectos que no permiten identificar totalmente la producción española²⁵. La versión extensa del Science Citation Index, incluida en el Web of Science (WOS) contiene la filiación institucional de todos los autores de cada trabajo, no sólo del primer firmante. Scopus también presenta esta ventaja, pero su uso como fuente de datos para estudios bibliométricos aún no se ha aceptado de forma general y presenta ciertas limitaciones temporales.

Se han descargado del WOS los trabajos originales con participación española publicados entre 1990 y 2009. La expresión de búsqueda combinaba el tipo documental (DT=Article) con la especificación del país (CU=Spain) y la fecha de publicación (1990 >= PY >=2009). De ese conjunto inicial se han seleccionado aquellos trabajos de las áreas y disciplinas biomédicas. El resultado ha sido un conjunto de 169.740 publicaciones. De los registros resultantes se han extraído los autores y las instituciones, que se han contabilizado. También se han identificado y contabilizado las instituciones correspondientes a centros españoles y, naturalmente, las categorías temáticas asignadas a cada trabajo.

Los autores proceden del campo AU (autor personal) del WOS y no se han tenido en cuenta los autores colectivos innominados (GA). Las instituciones se han individualizado sin tener en cuenta si se trataba de dos instituciones totalmente

diferentes (dos centros) o dos componentes de una misma institución (dos departamentos, servicios o unidades del mismo centro). Aunque la mayor parte de la información se ha tomado del campo C1 (filiaciones) se ha empleado también el contenido del campo RP (dirección de contacto) para obtener la información institucional cuando C1 estaba vacío y cuando no incluía centro español alguno, dados los defectos evidenciados especialmente hasta 1997 por éste y otros trabajos²⁶. Tras procesar cada una de las expresiones de afiliación, se han identificado y contabilizado los centros españoles que contribuían a cada trabajo.

WOS emplea una combinación de métodos heurísticos y algorítmicos para distribuir las aproximadamente 8.000 revistas que incluye en un conjunto de categorías temáticas²⁷ que en la actualidad son 247. Una revista puede aparecer en más de una categoría o especialidad; por ejemplo *Pediatric Anesthesia* (ISSN: 1155-5645) se encuadra tanto en Pediatrics como en Anesthesiology. De hecho, la media de categorías atribuidas a cada revista es de $1,56 \pm 0,76$ ²⁸. Este plan clasificatorio no está exento de críticas²⁹ pero se ha generalizado su uso para la estructuración temática de la literatura científica²⁸. De hecho, el análisis factorial ha permitido visualizar la estructura global de la ciencia como compuesta de 14 grandes grupos o factores³⁰. De estos factores, cinco corresponden al campo habitualmente denominado “investigación biomédica”. La tabla 1 presenta la distribución de las disciplinas (subject categories) en las áreas (factores). Algunas autoras han empleado una agrupación propia que incluía menos disciplinas³¹ y puede resultar chocante que ahora Urología y Nefrología se encuadre entre las disciplinas puramente biomédicas (su coeficiente era idéntico en el componente clínico) o que la categoría temática “Multidisciplinary Sciences” aparezca también encuadrada en ella. En todo caso, los grupos que se presentan en la tabla son más y más actuales (están definidos sobre datos de 2006) y su definición es más estricta. Se debe recordar, en todo caso, que las categorías temáticas se refieren a disciplinas de la investigación y no de la práctica médica.

Además de los datos resultantes de diversos estudios, se emplearon como términos de comparación algunos datos sobre la autoría en MEDLINE/PubMed (<http://www.nlm.nih.gov/bsd/authors1.html>) y también sobre los tipos de documentos incorporados a esta base de datos; en concreto se empleó el informe de 2009 (<http://www.nlm.nih.gov/bsd/licensee/baselinestats.html>).

Sobre el conjunto de 169.740 trabajos identificados, el número total de observaciones, que asocia cada trabajo a la o las disciplinas correspondientes a la revista de publicación, se eleva a 241.852. Es decir, un trabajo se contabiliza una vez por cada una de las asignaciones temáticas. En la tabla 1 aparecen estas observaciones, distribuidas en 78 disciplinas y 5 áreas temáticas y agrupadas en quinquenios. En cada caso se ha calculado el número de autores por trabajo, el número de instituciones por trabajo y el número de instituciones españolas por trabajo. Se han realizado distribuciones parciales para los trabajos que no presentaban colaboración internacional y cuyo número total de instituciones participantes igualaba, por tanto, al de instituciones españolas. También se ha analizado la distribución de aquellos trabajos con un único autor. Todas las distribuciones se han descrito mediante medias aritméticas, desviaciones típicas, medianas e intervalos intercuartil. Las distribuciones que no se ajustaban al modelo normal se han comparado a través de la prueba de Mann-Whitney. Los estadísticos descriptivos y algunas correlaciones se obtuvieron con SPSS. Las pruebas de comparaciones entre grupos se programaron con la versión 2.11 (31 de mayo de 2010) de R³².

Resultados y discusión

Tal y como muestra la Tabla 1, la distribución disciplinaria de los originales españoles de investigación biomédica ha permanecido generalmente estable entre 1990 y 2009. En el área de investigación clínica el número de trabajos en Gastroenterología y Hepatología se ha visto superado en los sucesivos quinquenios del periodo por los de Cirugía y los de investigación cardiovascular. Las áreas de Biomedicina, Medicina general y sanidad, Patología infecciosa y Neurociencias no presentan variaciones cuantitativas en su composición por disciplinas a lo largo del periodo. Por su parte, la Tabla 2 contiene un resumen descriptivo de las variables analizadas distribuidas por años. Los resultados del trabajo se encuentran disponibles en <http://www.ingenio.upv.es/?pag=autbiomed&lang=esp>. La consulta a la base de datos que esas páginas albergan permite obtener la descripción estadística de cualquier disciplina o grupo de disciplinas en cualquier año o plazo del periodo.

El número de autores por original

La media de la distribución general del número de autores de los originales españoles de investigación biomédica ha pasado de 4,51 en 1990 a 7,11 en 2009. Estas cifras suponen un aumento del 57, 56 por ciento a lo largo de todo el periodo. El incremento es mayor en las áreas de Patología infecciosa (66,07 %) Neurociencias (61,29 %) y en Biomedicina (69,53 %). La Figura 1 presenta, en valores absolutos, la evolución anual de los promedios de cada una de las áreas. En ocho especialidades se observa que el promedio de autores por trabajo se ha duplicado y la cifra se triplica en la categoría de investigación multidisciplinar, pasando de algo más de 4 autores por trabajo a un promedio superior a 14. Los trabajos de historia de la ciencia, medicina de urgencias y biomateriales presentan un balance negativo entre los años límite del periodo. El número de trabajos españoles es demasiado reducido en estas tres categorías temáticas para que esas variaciones negativas sean valorables. De hecho, al comparar las fluctuaciones en el promedio de autores por trabajo entre años sucesivos con el número absoluto de trabajos en esos mismos años, se ha hallado una correlación negativa (ρ de Spearman = -0,459; $p < 0,01$). Se observan algunos picos en los trazados. En el área de medicina general y sanidad (GenMed en la Figura 1) se pasa de un promedio de 5,72 autores por trabajo a 6,64 entre 1993 y 1994. Las cifras presentan poca variación cuando se descartan los casos extremos y pasan de 5,38 a 6,46. Si se examinan los valores correspondientes a las disciplinas incluidas en el área resulta que los mayores incrementos corresponden a medicina interna (+1,15) y salud pública y ambiental (+1,05). En el área de patología infecciosa, los picos más acusados se deben a las variaciones en el promedio de autores de la propia disciplina de enfermedades infecciosas (+3,7) la medicina tropical (+4,03) y la virología (+5,65). Estas variaciones provocan un incremento en el área de 5,18 a 6,36 autores por trabajo entre 1993 y 1994, tal y como la figura refleja. Por lo demás, las fluctuaciones no son bruscas salvo en muy pocos casos, de forma que se puede afirmar que los incrementos se ha producido de forma paulatina a lo largo de los 20 años que abarca el estudio. Las medianas de estas mismas distribuciones por áreas parten de un valor común en 1990: la mitad de los trabajos tienen 4 autores o menos y la amplitud intercuartil suele ser de 2. Sólo el área de investigación clínica se aparta de este punto de partida (mediana de 5 e intervalo 4 y 7 entre cuartiles). Los trabajos de investigación en medicina general y sanidad presentan un intervalo de partida de 2-6 y estos valores permanecen casi inalterables hasta que, en 2009, la mediana se eleva a 5 y el intervalo va de 3 a 7. En este último año estudiado,

las áreas presentan mediana de 6 con diversos intervalos entre cuartiles en las distintas áreas aunque, por lo general, las distribuciones muestran que la cuarta parte de los trabajos tiene un mínimo de entre 7 autores (medicina general y salud) y 9 autores (medicina clínica e investigación en enfermedades infecciosas). El mayor número de firmantes por trabajo de todo el periodo corresponde al estudio multicéntrico “*Addition of clopidogrel to aspirin and fibrinolytic therapy for myocardial infarction with ST-segment elevation*” (DOI 10.1056/NEJMoa050522, los autores se listan en el apéndice de ese trabajo) publicado en marzo de 2005 por *New England Journal of Medicine* con la colaboración de 667 autores, 24 de ellos españoles.

El número de autores por trabajo no se distribuye normalmente, ni en el contexto de cada año de publicación, ni a lo largo del periodo, ni en el marco de cada categoría temática considerada aisladamente o agrupadas en factores. Las diferencias entre categorías temáticas, áreas y años se han investigado mediante las pruebas de Mann-Whitney. La media de autores por trabajo en cada año difiere significativamente de los demás salvo en cuatro casos: los valores p de los bienios 1993-1994, 1996-1997, 1998-1999 y 2006-2007 se alejan del valor nulo, especialmente en el primer bienio ($p=0,82$) lo que sugiere poca variación en ese periodo. En el caso de que la variable número de autores por trabajo se distribuya entre las cinco áreas principales, la prueba muestra invariablemente que las diferencias entre ellas son significativas.

Los trabajos de autor único

El porcentaje global de originales de autor único ha pasado de un 3,59 % de los trabajos en 1990 a un 2,08 en 2009. Esta cifra está ponderada en función del mayor número de trabajos en unas áreas que en otras. Tal y como muestra la figura 2, el área de medicina general y sanidad, sin embargo, vuelve a ofrecer cifras alejadas. Presenta un descenso general, pero se produce entre un 11,72 por ciento el primer año y un 7,59 el más reciente. Podría pensarse que la proporción de autores únicos en los originales de esta área obedece al peso que en ella tienen las disciplinas más próximas a las ciencias sociales. La media de la proporción anual de trabajos con un único firmante es extraordinariamente elevada en historia y filosofía de la ciencia (66,34 %) especialidad en que todos los trabajos eran de firmante único en 1996 y 2001. Si se elimina esta especialidad, los datos del área fluctúan entre el 11,38 (1990) y 5,39 (2009). Además, el 10,66 % de los trabajos de investigación en medicina interna se firmaban en solitario en 1990, así que la diferencia entre esta área y las restantes no se puede achacar a la influencia de las disciplinas “sociales”. En todas las áreas, por otra parte, se ha producido un descenso dramático en la proporción de trabajos de autor único entre 1990 y 2009. En la figura 2, el trazado correspondiente al área de Neurociencias presenta un pico máximo en 1997, donde el 6,33 % de los trabajos en el área tenían un autor único. Esta proporción casi triplica la de 1993, cuando el porcentaje de trabajos de autor único era de 2,37. Son varias las disciplinas de esta área responsables de este repunte: en psiquiatría la proporción aumenta del 4,6 al 7%; en oftalmología la proporción se duplica desde un 3,23 en 1996 y un 7 % en 1997. Pero influye sobre todo la neurología clínica, que pasa de una proporción de trabajos de autor único de 1,6 a 11,16 % entre 1996 y 1997. Tan gran variación parece deberse al efecto combinado de los cambios en la cobertura de WOS y las características de los documentos añadidos. En 1996 los originales españoles en neurología clínica fueron 183 y el año siguiente 403. Entre ellos aparecen por vez primera 218 trabajos de *Revista de Neurología* de los que 45 fueron de autor único. Estos datos están influidos por las muchas limitaciones de la fuente.

Colaboración institucional y autores

En 1990, el número de instituciones que participaban en la realización y publicación de un original español de investigación biomédica era de 1,5 como promedio. Esta media casi se ha triplicado para llegar a 3,79 instituciones por trabajo en 2009. En todas las áreas se produce un porcentaje de aumento similar, alrededor de ese 252,88%, a excepción del área de Medicina general y sanidad. En este caso el aumento entre las fechas límites, de 1,19 a 3,8 instituciones participantes por trabajo, es del 318,76. Dentro de esta área, los mayores aumentos se registran en la investigación de la asistencia y los servicios sanitarios (de 1 a 4,59 o precisamente un 459,35% de aumento) y en Política sanitaria, con un 480,85 por ciento.

La proporción de instituciones nacionales que participan en la elaboración y publicación de los trabajos era abrumadora (92,62%) en 1990 y ha seguido siendo mayoritaria en lo sucesivo: en 2009 la proporción media de instituciones nacionales que participan en la publicación de cada trabajo es del 78,34%. Si estos datos se contemplan desde el otro lado, desde la participación de centros internacionales en la elaboración y publicación de los trabajos, se aprecia que su porcentaje de participación se ha triplicado. Ha pasado del 7,32 al 21,66% en los veinte años del periodo. Los trazados de la figura 3 son muy ilustrativos de esa progresión vertiginosa en las cinco áreas. Además, es patente la división que existe, tanto en el punto de partida como en el año final del periodo, entre Biomedicina, Neurociencias y Patología infecciosa y las otras dos áreas.

La participación de centros internacionales parece tener un componente temático. A lo largo del todo el periodo se observan promedios anuales de participación de instituciones extranjeras superiores al 30% en Medicina tropical y en la especialidad de trabajos multidisciplinarios (39,43%). En estos casos y en otros, se detectan en algunos años promedios superiores al 50% (Medicina legal, por ejemplo, en 2009 o la Medicina complementaria e integradora en 1998). Sin embargo, lo que importa es determinar si el número de autores y el número de instituciones se relacionan de forma significativa. Pues bien, en general existe una correlación significativa (ρ de Spearman 0,53 $p < 0,01$) entre el número de autores y el de instituciones de cada trabajo (Figura 5A). Los coeficientes de correlación (Spearman) son significativos ($p < 0,01$) y próximos a 0,6 en investigación biomédica y patología infecciosa, algo menor en neurociencias y en medicina general y sanidad y más reducido en investigación clínica (0,46). En algo menos del 70% de los casos (el 69,16% o 167.257 de las 241.852 observaciones) no existe participación institucional internacional. Cuando se consideran exclusivamente los trabajos en que no existe participación de centros internacionales (Figura 5C) el coeficiente de correlación general se reduce a 0,46 ($p < 0,01$) y si se descartan los casos en que el número de instituciones extranjeras es nulo (Figura 5B) la correlación se eleva a 0,53, el nivel de asociación que tenían las variables número de instituciones y número de autores. Coherente con estos hallazgos es el hecho de que las disciplinas donde se produce una mayor participación de centros internacionales, presentan mayor asociación entre el número de autores y el de instituciones: para medicina tropical el coeficiente de correlación es de 0,71, para los trabajos multidisciplinarios es de 0,64 y también es elevado en Medicina integradora (0,72) Ética médica (0,76) Política sanitaria (0,74) o ciencias sociales biomédicas (0,71) siempre con $p < 0,01$. En 73 de las 78 disciplinas analizadas, la diferencia en el promedio de autores por trabajo es significativa (Mann Whitney con $p < 0,05$) entre aquellos originales en que existe participación de algún centro extranjero y aquellos otros elaborados y publicados por instituciones exclusivamente nacionales. Por último, cuando únicamente se tienen en

cuenta los trabajos sin participación internacional, la media general de autores por trabajo asciende a lo largo de todo el periodo de 4,39 a 5,89 es decir, un 31,18% muy inferior al 57,58% de la distribución general.

Comparación con otras estimaciones

¿Es excesivo el número de firmantes de los originales españoles de investigación biomédica? El grupo de Wuchty ha calculado las dos variables principales que se han determinado en el presente trabajo: el número de autores (*mean team size*) y la proporción de autores únicos (la complementaria es la *fraction team*), empleando una fuente similar y con un grado de detalle también comparable. Aunque su estudio abarca 45 años, el desglose de valores sólo permite comparar los del quinquenio 1996-2000 en ambas distribuciones. La media de autores en los trabajos españoles es superior en 1,25. Las mayores diferencias se encuentran en los trabajos de investigación multidisciplinar (casi 5 autores de ventaja en el caso de las publicaciones españolas) en Medicina legal y en ciencias sociales biomédicas (3 autores más). Además, el porcentaje de trabajos con un solo autor que halla Wuchty es sistemáticamente superior en todas las disciplinas al que nosotros hemos hallado. En algunas disciplinas la diferencia es muy elevada. Así, en Ética médica la diferencia es de un 37 a un 88% y en Enfermería y ciencias sociales biomédicas es casi del 40%.

Para poder comparar los resultados con los de MEDLINE/PubMed es necesario salvar ciertas limitaciones. Por un lado, el 93,72% de los 18.502.916 trabajos contenidos en MEDLINE hasta marzo de 2010 eran artículos originales y la comparación con los originales del presente trabajo es posible. Por otra parte, los registros de PubMed incluyen un máximo de 10 autores entre 1984 y 1995 y un máximo de 25 entre 1996 y 1999. Estas limitaciones desaparecieron en 2000 y en 2005 comenzaron operaciones de conversión retrospectiva para incorporar progresivamente todos los autores de cada trabajo.³³ Hemos ajustado a estas limitaciones nuestra propia distribución del número de autores y la comparación que resulta entre las medias anuales se refleja en la figura 4. Los originales españoles superan en número de autores a los de MEDLINE en un promedio de 1,11 a lo largo del periodo completo con muy pocas fluctuaciones. La diferencia se refuerza si se atiende a la mediana de la distribución de PubMed, que se eleva de 3 a 4 a lo largo de los 20 años mientras, como ya se ha mencionado, es de 4 en 1990 y de 6 en 2009 en la distribución de los originales españoles.

Por su parte, Weeks y su grupo han analizado 14.000 originales publicados por cuatro revistas internacionales entre 1980 y 2000 y observado un incremento de 4,5 a 6,9 autores por trabajo, un 53,33 %. Los cuatro títulos examinados varían sus cifras, entre el 36% de *Annals of Internal Medicine* y el 89% de *JAMA*. También han hallado que la proporción de trabajos de autor único desciende desde alrededor del 4% al principio del periodo a un 1% al final. Puesto que las cuatro revistas que este grupo examina están encuadradas en Medicina general e interna, sus cifras son sólo comparables con las correspondientes a los trabajos españoles de la misma especialidad aquí analizados (7821 en número) dejando aparte que el periodo que Weeks y su grupo estudia tiene prácticamente la misma extensión, aunque se adelanta una década al que nosotros estudiamos. En la especialidad Medicina general e interna, la media de autores por trabajo de los originales españoles pasa de 4,94 a 6,58. Este incremento del 33,2% es muy inferior. Además, la proporción de trabajos de autor único pasa del 10,65% al 4,27% un descenso del 250 y no del 400 por ciento.

Aunque ya se ha advertido que la agrupación de disciplinas en áreas se ha realizado para resumir la presentación de la ingente cantidad de datos, cabe la

posibilidad de que las características de algunas disciplinas hayan influido en las cifras que describen la totalidad del área en cuestión. El caso más notable es el de las investigaciones multidisciplinares. Esta categoría agrupa en el Web of Science a un conjunto de 50 revistas generales que publican unos 11.000 trabajos al año (datos de 2009). En el periodo 1990-2009 se publicaron 2360 originales españoles en revistas de esta categoría temática. Las características de estos trabajos son distintivas: presentan un crecimiento desahogado en el número de autores a lo largo del periodo, que contrasta fuertemente con los datos globales y que se asocia a un alto porcentaje de participación de centros internacionales en su elaboración y publicación. ¿Se trata de trabajos de contenido biomédico o proceden de otras áreas de conocimiento con diferentes características que están contaminando nuestras estimaciones? Para averiguarlo hemos realizado un análisis de las referencias bibliográficas de los trabajos publicados en estas revistas generales en el quinquenio más moderno, 2005-2009 (1225 en ese periodo). Estos trabajos contienen 46.060 referencias y las revistas citadas en casi el 80% de ellas permiten vincular las referencias a las disciplinas o categorías temáticas empleadas. Pues bien, el 55,3% de las revistas citadas se encuadran en el área de investigación biomédica, el 5,5% en la de neurociencias, el 3,3% en investigación clínica, el 2,6% en patología infecciosa y el 1,6% en medicina general y sanidad. Si se excluyen de las revistas citadas las propias revistas de investigación multidisciplinar, los porcentajes se transforman en 46,7% y en 6,9% (neurociencias) 4% (investigación clínica) 3,2% (patología infecciosa) y 1,9% en medicina general y sanidad.

Conclusiones y previsiones

La colaboración científica se considera deseable. Pero los autores científicos que cuentan con muchos colaboradores suscitan desconfianza en el momento de la valoración de sus méritos. Este trabajo ha establecido el número de autores de los trabajos originales españoles de investigación biomédica publicados en un contexto internacional a lo largo de los últimos 20 años. Se ha mostrado que el número de autores por trabajo sigue las tendencias detectadas en el ámbito general. Ha situado en contextos disciplinarios las cifras de autores colaboradores, y ha determinado que dependen del área y la disciplina en que se investiga. También se ha puesto en evidencia la relación entre el número de instituciones que participan en la elaboración y publicación de un trabajo y el correspondiente número de autores. Esta relación se ve reforzada por el hecho de que la colaboración institucional se establezca con centros internacionales. En cualquier caso, el número de firmantes y la proporción de trabajos realizados por más de un autor han aumentado considerablemente de forma mantenida en los últimos 20 años. Cuando la distribución de estas dos variables se compara con las correspondientes a otras estimaciones, la conclusión casi invariable es que los originales españoles de investigación biomédica tienen un mayor número de autores. Este número excesivo de autores quizá tenga que ver con la laxitud o el desconocimiento que algunos investigadores españoles muestran acerca de las buenas prácticas de autoría³⁴, pero no implica la práctica generalizada de fraude. Se necesitan al menos tres tipos de estudios adicionales para comprender el por qué de esta peculiaridad. En primer lugar, bueno sería saber qué correlación se halla entre la productividad científica de los investigadores biomédicos españoles calculada de forma absoluta o fraccional y atendiendo a la posición en la secuencia de firmantes. En segundo lugar, es necesario el análisis de los casos extremos, definidos no por el número absoluto de sus autores, sino por la razón entre el número de autores y de instituciones. De nuestras distribuciones han surgido algo más de 3.000 casos y conviene averiguar si se concentran en

determinados grupos, disciplinas o tipo de experimentos; por otra parte, su estudio longitudinal ha de permitir averiguar si el elevado número de autores es excepcional o habitual. Por último, es necesario recurrir al estudio de los trabajos nacionales e internacionales sobre un tema concreto. La homogeneidad temática iguala o aproxima mucho la complejidad experimental y puede resultar en un contraste revelador entre unos y otros grupos.

Agradecimiento

Los autores quieren expresar su agradecimiento a François Perruchas (INGENIO), autor de la aplicación informática que permite el acceso a los datos a través de la Web. También agradecen la colaboración de Neus Asensi (INGENIO) en la descarga inicial de los registros. La Dra. MF Abad y su equipo (Dpto de Historia y Documentación Científica, Universitat de València) aportaron valiosos comentarios y críticas al contenido del trabajo. Elena M Tur fue beneficiaria de una beca (JAE-INT-0280) del CSIC.

Referencias

1. Wuchty S, Jones BF, Uzzi B. The Increasing Dominance of Teams in Production of Knowledge. *Science*. 2007; 316: 1036-1039.
2. Jones BF, Wuchty S, Uzzi B. Multi-University Research Teams: Shifting Impact, Geography, and Stratification in Science. *Science* . 2008; 322: 1259-1262.
3. Adams JD, Black GC, Clemmons JR, Stephan PE. Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from U.S. universities, 1981-1999. *Res Policy*. 2005; 34: 259-285.
4. Jamtveit B, Jettestuen E, Mathiesen J. Scaling properties of European research units. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2009; 106: 13160-13163.
5. Drenth J. Proliferation of authors on research reports in medicine. *Sci Eng Ethics* 1996; 2: 469-480.
6. Wray KB. The Epistemic Significance of Collaborative Research. *Philos Sci*. 2002; 69: 150-168.
7. Persson O, Glänzel W, Danell R. Inflationary bibliometric values: The role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies. *Scientometrics*. 2004; 60: 421-432.
8. Hsu J, Huang D. Correlation between impact and collaboration. *Scientometrics* . 2010. DOI: 10.1007/s11192-010-0265-x.
9. Franceschet M, Costantini A. The effect of scholar collaboration on impact and quality of academic papers. *J Informetrics*. 2010; 4: 540-553
10. Rosenzweig JS, Van Deusen SK, Okpara O, Datillo PA, Briggs WM, Birkhahn RH. Authorship, collaboration, and predictors of extramural funding in the emergency medicine literature. *Am J Emerg Med*. 2008; 26: :5-9.
11. Defazio D, Lockett A, Wright M. Funding incentives, collaborative dynamics and scientific productivity: Evidence from the EU framework program. *Res Policy*. 2009; 38: 293-305.
12. Font D, Gomis R, Trilla A, Bigorra J, Piqué JM, Rodés J. Organización y modelo de funcionamiento de las estructuras de investigación biomédica. Situación y retos de

- futuro. *Med Clin (Barc)*. 2008; 130: 510-516
13. Biagioli M. The Instability of Authorship: Credit and Responsibility in Contemporary Biomedicine. *FASEB J.* 1998; 12: 3-16.
 14. Claxton LD. Scientific authorship: Part 2. History, recurring issues, practices, and guidelines. *Mutat Res*. 2005; 58: 31-45.
 15. Higher Education Funding Council for England, Scottish Funding Council, Higher Education Funding Council for Wales, Department for Employment and Learning, Northern Ireland. Research Assessment Exercise 2008: Panel Criteria and Working Methods. 2006. [consultado 15 agosto 2010] Disponible en: <http://www.rae.ac.uk/pubs/2006/01/>
 16. Ruiz Pérez R, Delgado López-Cózar E, Jiménez-Contreras E. Principios y criterios utilizados en España por la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI) para la valoración de las publicaciones científicas: 1989-2009. *Psicothema*. 2010; 22: 898-908.
 17. Walker R, Sykes L, Hemmelgarn B, Quan H. Authors' opinions on publication in relation to annual performance assessment. *BMC Med Educ*. 2010; 10: 21.
 18. Street JM, Rogers WA, Israel M, Braunack-Mayer AJ. Credit where credit is due? Regulation, research integrity and the attribution of authorship in the health sciences. *Soc Sci Med*. 2010; 70: 1458-1465.
 19. Lewison G, Cottrell R, Dixon D. Bibliometric indicators to assist the peer review process in grant decisions. *Res Eval*. 1999; 8: 47-52.
 20. Barker K. The UK Research Assessment Exercise: the evolution of a national research evaluation system. *Res Eval*. 2007; 16: 3-12.
 21. Allen L, Jones C, Dolby K, Lynn D, Walport M. Looking for Landmarks: The Role of Expert Review and Bibliometric Analysis in Evaluating Scientific Publication Outputs. *PLoS ONE*. 2007; 4: e5910. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0005910>
 22. Haeffner-Cavaillon N, Graillet-Gak C. The use of bibliometric indicators to help peer-review assessment. *Arch Immunol Ther Exp*. 2009; 57: 33-38.
 23. Butler L. Using a balanced approach to bibliometrics: quantitative performance measures in the Australian Research Quality Framework. *Ethics Sci Environ Polit*. 2008; 8: 83-92.
 24. Gascón ME, Mur P, Nolasco A, Alvarez-Dardet C, Bolumar F. La investigación clínica en España: características de los autores. *Med Clin (Barc)*. 1986; 87: 444-447.
 25. Costas R, Moreno L, Bordons M. Solapamiento y singularidad de MEDLINE, WoS e IME para el análisis de la actividad científica de una región en Ciencias de la Salud. *Rev Esp Doc Cient*. 2008; 31: 327-343.
 26. Garcia-Zorita C, Martin-Moreno C, Lascrain-Sanchez ML, Sanz-Casado E. Institutional addresses in the Web of Science: the effects on scientific evaluation. *J Inf Sci*. 2006; 32: 378-383.
 27. Pudovkin AI, Garfield E. Algorithmic procedure for finding semantically related journals. *J Am Soc Inf Sci Technol*. 2002; 53: 1113-1119.
 28. Rafols I, Leydesdorff L. Content-based and algorithmic classifications of journals: Perspectives on the dynamics of scientific communication and indexer effects. *J Am Soc Inf Sci Technol*. 2009; 60: 1823-1835.
 29. Glänzel W, Schubert A. A new classification scheme of science fields and subfields designed for scientometric evaluation purposes. *Scientometrics*. 2003; 56: 357-367.
 30. Leydesdorff L, Rafols I. A global map of science based on the ISI subject categories. *J Am Soc Inf Sci Technol*. 2009; 60: 348-362.

31. Gómez Caridad I, Fernández Muñoz MT, Bordons Gangas M, Morillo Ariza F. La producción científica española en Medicina en los años 1994-1999. Rev Clin Esp. 2004; 204: 75-88.
32. R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2008.
33. Bibliographic Services Division. Authorship in Medline. 2010 [consultado 15 Sep 2010]. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/authorship.html>
34. Pulido M, Manresa JM, Mojal S, Sanz F. Análisis del conocimiento de los criterios internacionales de autoría por parte de los investigadores españoles. Med Clin (Barc). 2009; 133: 381-389.

Figuras

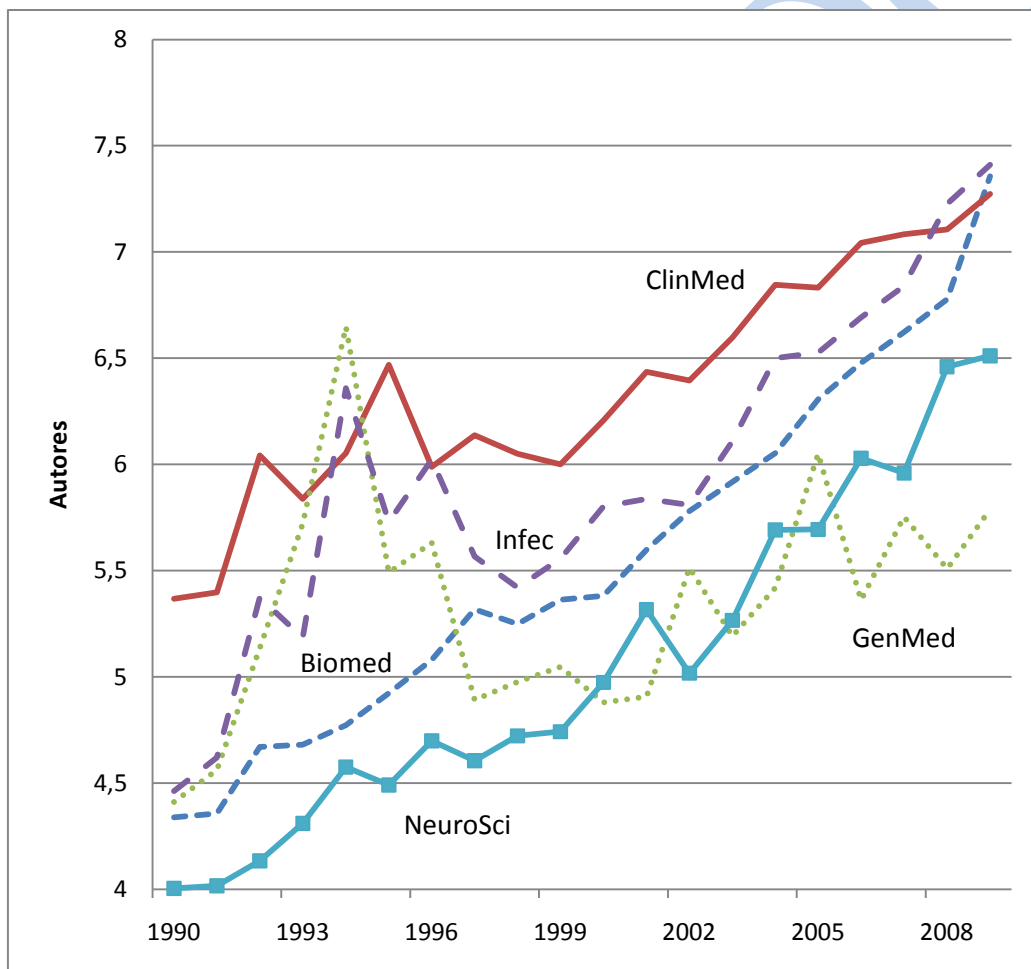


Figura 1. Evolución del promedio de autores en los originales españoles de investigación en Investigación clínica (ClinMed) Patología infecciosa (Infec) Investigación biomédica (Biomed) Medicina general y sanidad (GenMed) y Neurociencias (NeuroSci) entre 1990 y 2009.

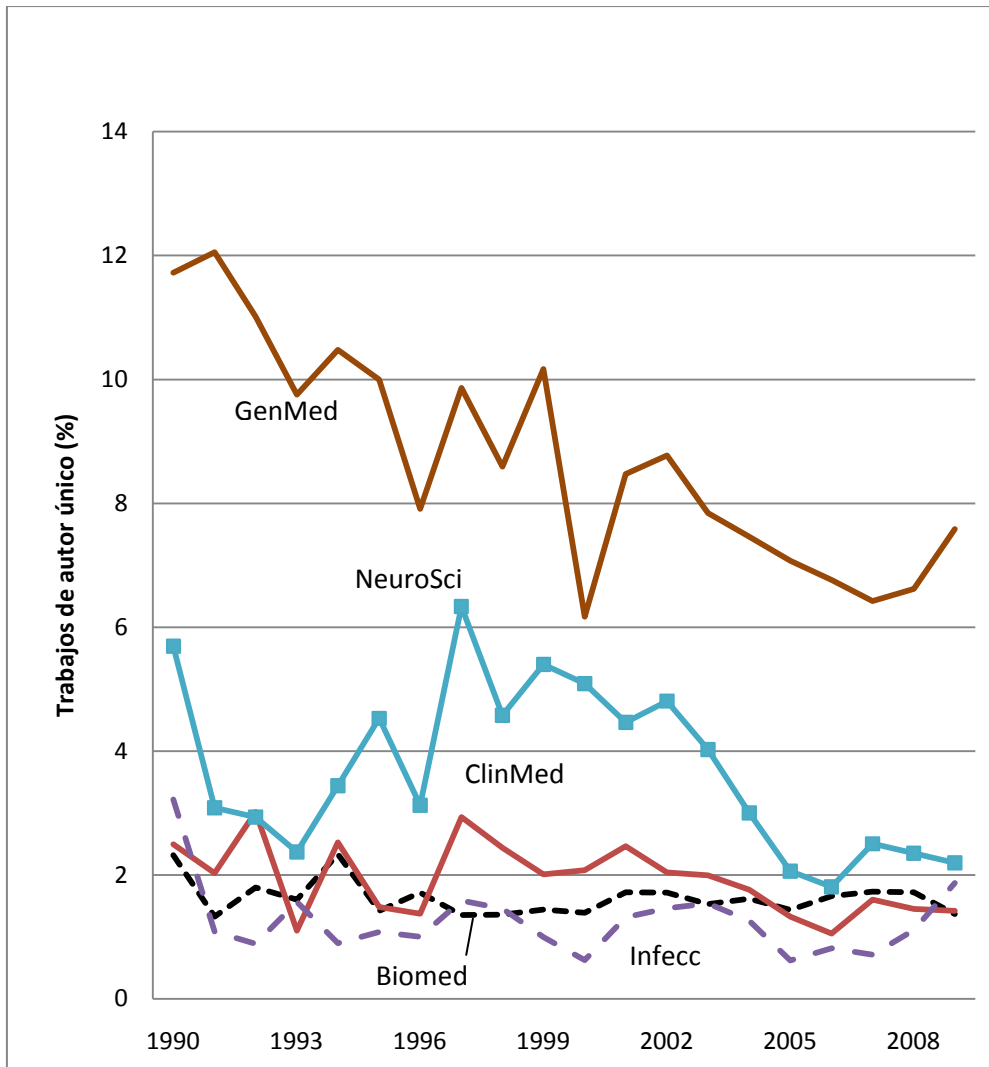


Figura 2. Porcentaje de originales españoles de Investigación clínica (ClinMed) Patología infecciosa (Infec) Investigaciones biomédicas (Biomed) Medicina general y sanidad (GenMed) y Neurociencias (NeuroSci) con un único firmante entre 1990 y 2009.

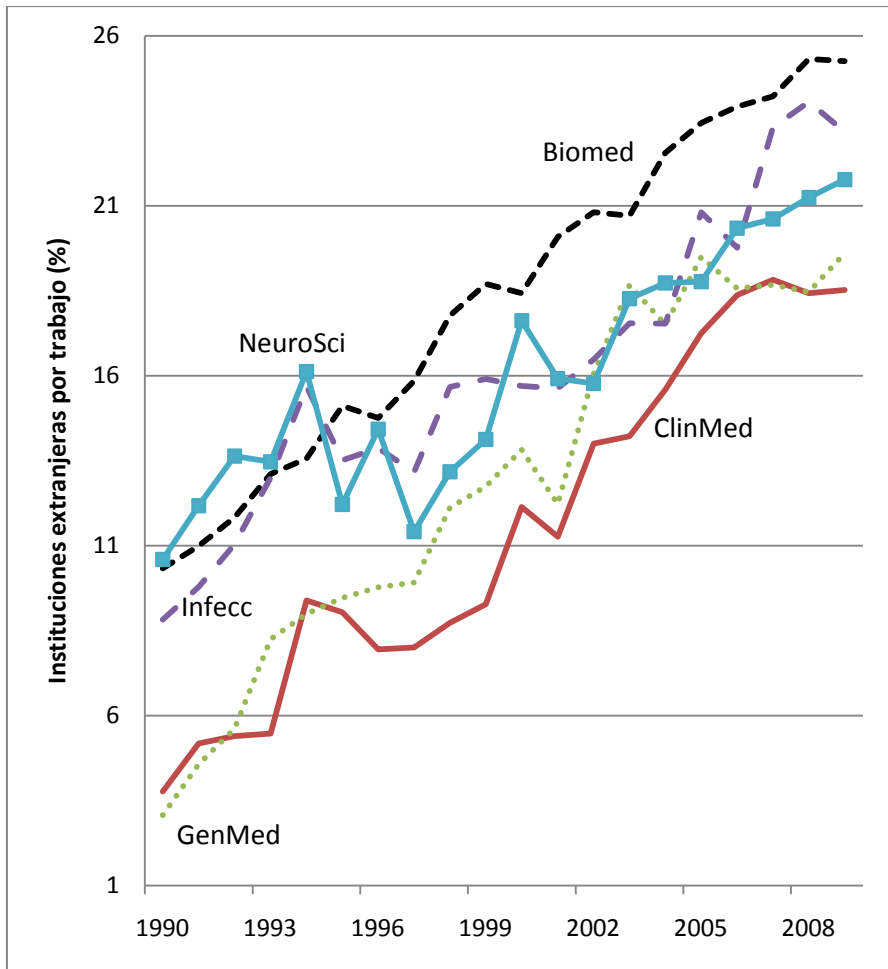


Figura 3. Porcentaje de participación de centros internacionales en los trabajos españoles de Investigación clínica (ClinMed) Patología infecciosa (Infec) Investigación biomédica (Biomed) Medicina general y sanidad (GenMed) y Neurociencias (NeuroSci) entre 1990 y 2009.

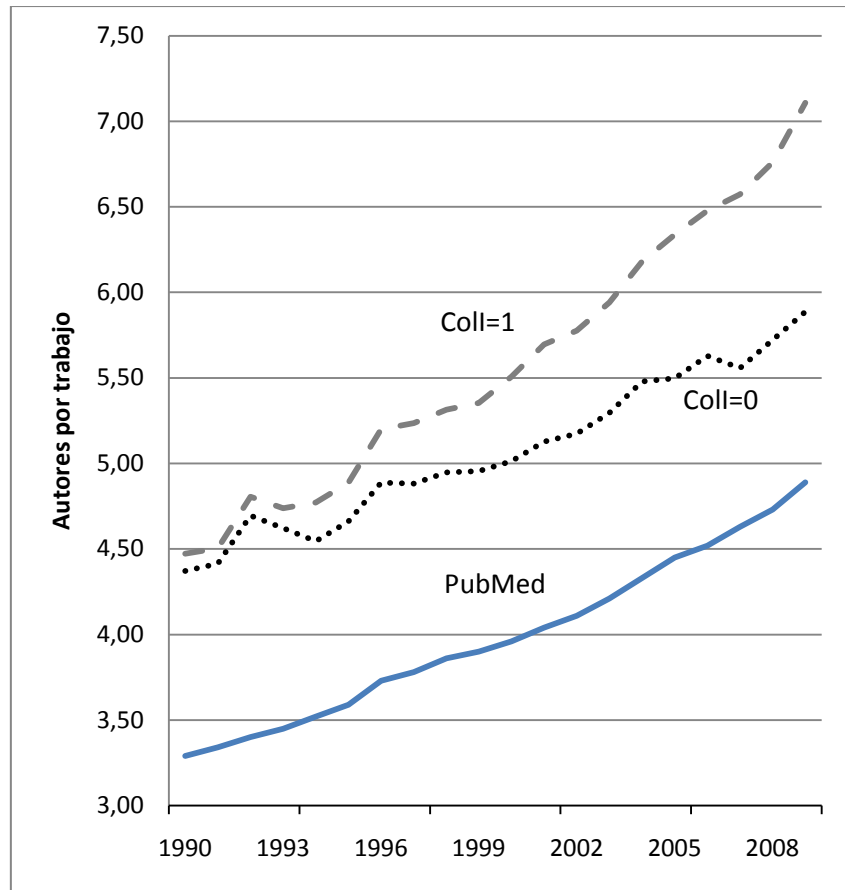


Figura 4. Evolución comparada entre 1990 y 2009 de la media anual de autores por trabajo en PubMed y los originales españoles de investigación biomédica con (Coll=1) y sin (Coll=0) participación de centros internacionales.

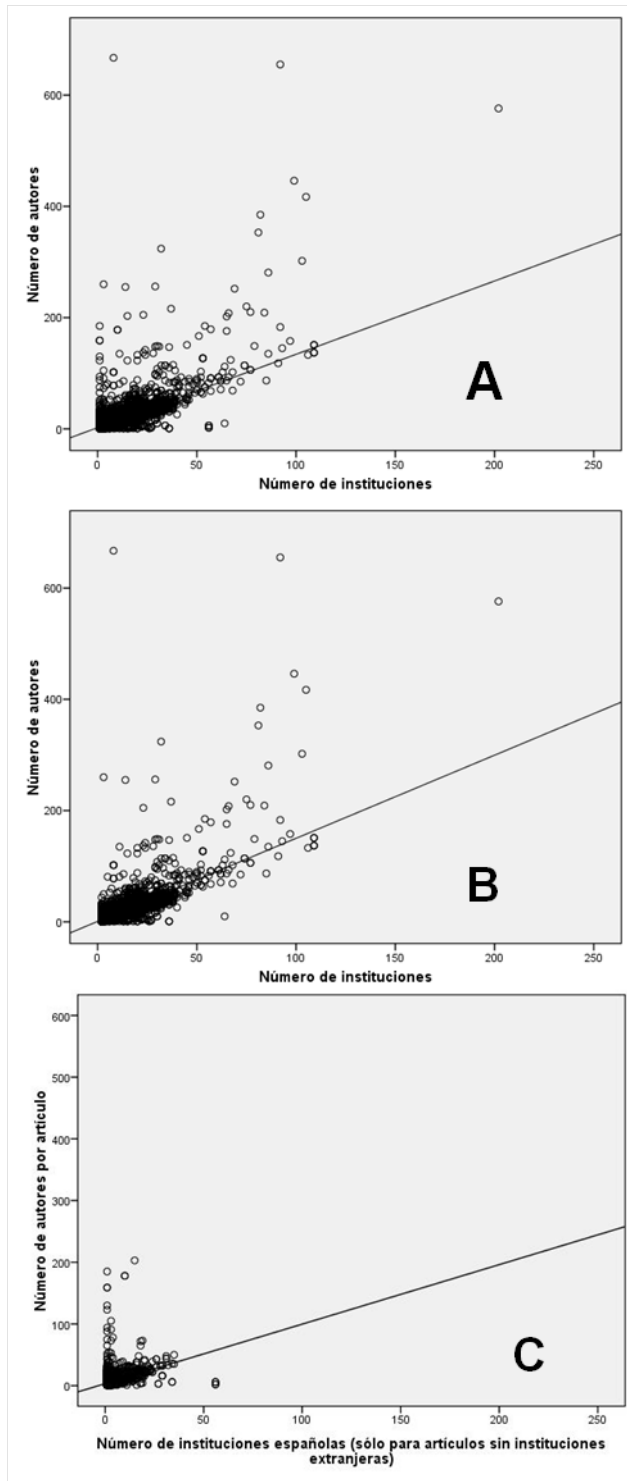


Figura 5. Correlación entre el número de autores y el número de instituciones para todos los trabajos (A) aquellos con participación de centros extranjeros (B) y aquellos realizados en centros exclusivamente nacionales (C)

Tablas

Tabla 1. Distribución del número de observaciones 1990-2009 agrupadas en quinquenios, áreas y especialidades.

		1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009
Biomedical sciences	Anatomy & Morphology	352	312	229	234
	Andrology	25	28	42	62
	Biochemical Research Methods	428	1053	1476	2164
	Biochemistry & Molecular Biology	3447	5224	5895	6518
	Biology	178	363	570	1067
	Biophysics	850	1366	1266	1409
	Biotechnology & Applied Microbiology	945	2099	2405	3379
	Cell Biology	1326	2049	2191	2752
	Chemistry, Medicinal	392	653	769	1136
	Developmental Biology	199	337	460	548
	Endocrinology & Metabolism	755	1206	1418	1867
	Genetics & Heredity	958	1759	2116	2779
	Materials Science, Biomaterials	30	144	219	354
	Mathematical & Computational Biology	58	95	179	494
	Medical Laboratory Technology	138	285	258	321
	Medicine, Legal	53	109	173	114
	Medicine, Research & Experimental	342	612	697	906
	Microscopy	56	98	100	99
	Multidisciplinary Sciences	331	402	501	1126
	Nutrition & Dietetics	315	611	938	1860
	Obstetrics & Gynecology	251	476	550	826
	Oncology	640	1310	1700	2870
	Pathology	511	855	866	971
Pharmacology & Pharmacy	1784	2629	3134	3733	
Physiology	736	797	843	1081	
Reproductive Biology	219	430	557	793	
Toxicology	535	669	687	1026	
Urology & Nephrology	788	1038	1056	1464	
Clinical medicine	Anesthesiology	40	137	186	217
	Cardiac & Cardiovascular Systems	378	1133	1402	1754
	Critical Care Medicine	99	186	255	314
	Dentistry, Oral Surgery & Medicine	113	225	311	754
	Dermatology	303	657	598	725
	Emergency Medicine	4	16	42	65
	Engineering, Biomedical	106	259	430	813
	Gastroenterology & Hepatology	1086	1218	1269	1596
	Hematology	375	962	1180	1270
	Orthopedics	171	253	238	453
	Otorhinolaryngology	90	142	186	267

	Pediatrics	248	553	584	942
	Peripheral Vascular Disease	198	486	674	882
	Radiology, Nuclear Medicine	314	667	797	1159
	Respiratory System	257	549	902	1164
	Rheumatology	147	276	387	624
	Sport Sciences	61	132	193	575
	Surgery	787	1354	1551	2141
	Transplantation	252	415	458	635
Gen medicine & health	Education, Scientific Disciplines	111	173	218	384
	Health Care Sciences & Services	21	102	149	425
	Health Policy & Services	21	60	72	164
	History & Philosophy Of Science	32	30	78	169
	Integrative & Complementary Medicine	11	24	48	67
	Medical Ethics	1	6	11	16
	Medical Informatics	26	69	96	208
	Medicine, General & Internal	1586	2177	1898	2160
	Nursing	3	11	39	107
	Public, Environ & Occup Health	255	641	853	2004
	Social Sciences, Biomedical	12	32	45	85
	Statistics & Probability	243	587	916	1403
Infectious Diseases	Allergy	247	519	440	604
	Immunology	1020	1898	2132	2780
	Infectious Diseases	269	791	1522	2045
	Microbiology	1104	2304	3140	3975
	Mycology	178	423	407	448
	Parasitology	161	348	515	636
	Tropical Medicine	47	94	107	186
	Veterinary Sciences	509	1060	1269	2012
	Virology	256	534	744	959
Neurosciences	Behavioral Sciences	202	279	392	595
	Clinical Neurology	469	1637	2609	2978
	Geriatrics & Gerontology	84	116	140	355
	Neuroimaging	22	65	93	147
	Neurosciences	1548	2788	3301	4094
	Ophthalmology	139	321	444	866
	Psychiatry	269	543	891	1549
	Psychology	72	149	223	486
	Rehabilitation	13	47	90	183
	Substance Abuse	85	120	143	232
Total		30687	54577	65963	90625

Tabla 2. Resumen descriptivo de la distribución de las variables.

	Trabajos	Autores por trabajo						Autor único ^a	Instituciones por trabajo		Instituciones extranjeras ^a	
		media	DS	1er cuartil	mediana	3er cuartil	máximo		media	DS	media	DS
1990	4795	4,51	2,09	3	4	6	31	3,59	1,50	1,00	8,38	19,99
1991	5520	4,55	2,11	3	4	6	26	2,45	1,55	1,15	9,45	21,31
1992	6761	5,00	3,62	3	4	6	147	2,63	1,71	1,65	10,29	22,33
1993	6633	4,95	4,11	3	4	6	210	2,16	1,77	2,00	11,65	23,29
1994	6978	5,28	8,68	3	4	6	576	2,91	1,97	3,32	13,14	25,04
1995	8092	5,26	6,36	3	5	6	281	2,30	1,99	2,65	13,29	24,74
1996	10678	5,39	6,24	3	5	6	302	2,11	2,01	2,48	13,03	24,74
1997	11133	5,39	5,42	3	5	6	256	2,84	2,07	2,32	13,15	25,01
1998	12165	5,34	3,19	4	5	6	102	2,45	2,27	2,06	14,87	26,21
1999	12509	5,40	3,95	3	5	7	216	2,65	2,34	2,04	15,54	26,94
2000	11937	5,51	3,71	4	5	7	137	2,20	2,47	2,29	16,46	27,77
2001	12901	5,70	4,64	4	5	7	324	2,64	2,54	2,37	16,73	27,71
2002	13096	5,78	4,36	4	5	7	220	2,57	2,67	2,55	18,02	28,53
2003	13666	5,94	4,14	4	5	7	205	2,33	2,79	2,64	18,62	29,07
2004	14363	6,18	4,35	4	5	7	203	2,14	2,93	2,67	19,71	29,76
2005	15338	6,34	7,00	4	6	8	667	1,75	3,08	3,14	21,05	30,60
2006	16496	6,48	5,39	4	6	8	353	1,80	3,19	3,12	21,47	30,68
2007	18315	6,57	6,69	4	6	8	446	2,07	3,36	3,66	22,20	31,21
2008	19818	6,76	5,36	4	6	8	185	2,06	3,55	3,59	22,81	31,50
2009	20658	7,11	8,59	4	6	8	655	2,08	3,79	4,55	22,74	31,55

^a Datos en porcentaje

ACEPTADO