



Perspectivas de investigación

Co-autoría e Hiper-autoría en la producción científica del Sistema Universitario Español

Carlos García-Zorita

Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Biblioteconomía y Documentación,
Laboratorio de Estudios Métricos de la Información (LEMI)
Instituto Interuniversitario de Investigación Avanzada sobre Evaluación, Ciencia y Universidad
España · czorita@bib.uc3m.es

Sergio Marugán

Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Biblioteconomía y Documentación,
Laboratorio de Estudios Métricos de la Información (LEMI)
España · smarugan@pa.uc3m.es

Daniela De Filippo

Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Biblioteconomía y Documentación,
Laboratorio de Estudios Métricos de la Información (LEMI)
Instituto Interuniversitario de Investigación Avanzada sobre Evaluación, Ciencia y Universidad
España · dfilippo@bib.uc3m.es

Resumen: En este trabajo se analizan las publicaciones científicas del Sistema Universitario Español (SUE) en *Web of Science* para detectar patrones de co-autoría. Se estudia la colaboración por disciplina e institución considerando el promedio y la mediana de autores por documentos. Se han obtenido los documentos en hiper-autoría (más de 100 autores) considerando el rango de atípicos en cada disciplina. Los resultados muestran un incremento en el índice de co-autoría general del SUE que ha pasado del 7,15 en 2004 al 21,86 en 2014. Este aumento se debe a la producción en Ciencias Experimentales, especialmente en el campo de la Física. Se han detectado diez áreas temáticas con documentos firmados por más de 1000 autores, otras diez entre 500 y 1000 y 39 disciplinas entre 100 y 500 autores. Las nuevas dinámicas de trabajo en grandes redes hacen evidente la necesidad de desarrollar nuevas metodologías para la evaluación de la ciencia y de los créditos de autoría y, en esta línea, se evidencia el principal aporte de nuestro trabajo.

Palabras clave: Co-autoría; Colaboración científica; Hiper-autoría; Bibliometría.

Abstract: In this work, the scientific publications from Spanish University System (SUE) in *Web of Science* have been studied. The main objective is to detect and study the patterns of co-authorship. The pattern of collaboration by discipline and institution is studied considering the average and the median of authors per documents. Document with more than 100 authors (hyper-authorship) were detected considering the range of atypical in each discipline. The results show an increase in the rate of co-authorship of SUE from 7.15 in 2004 to 21.86 in 2014, due to the collaboration in experimental sciences, especially in the field of physics. Ten thematic areas with documents signed by more than 1,000 authors were detected. There are another ten areas between 500 and 1000 authors and 39 disciplines between 100 and 500 authors. The new scientific dynamics of work in large networks shows the need to develop new methodologies for the assessment of co-authorship.

Keywords: Co-Authorship; Scientific Collaboration; Hier-Authorship; Bibliometric Indicators.

Introducción

En los últimos años es posible advertir que los hábitos de investigación y de comunicación de los resultados científicos obtenidos están cambiando rápidamente. La colaboración científica se ha convertido en un elemento central de la actividad investigadora a nivel mundial. Esto se evidencia en el número creciente de firmas por documento como consecuencia de la necesidad de compartir equipamiento, complementar capacidades y gestionar los recursos institucionales de manera más eficiente. Desde los años 50 y 60 se ha estudiado el tema de la creciente colaboración entre autores, instituciones y países. Los trabajos pioneros de De Solla Price (1963) mencionaban ya que la complejidad de las tareas de investigación requiere de un incremento en la colaboración. En las décadas siguientes surgieron nuevos estudios vinculados con el problema del crédito de la autoría, las metodologías para medir y evaluar la colaboración, sus causas, las dificultades de asignación de los trabajos multiautorados y una variedad de tópicos relacionados (Cartagena; Ruiz-Pérez y López-Cózar: 2013). Numerosos estudios han abordado el tema de la creciente colaboración en determinadas disciplinas y países (Adams y otros: 2005; Wutchy; Jones; Uzy: 2007) y se ha hecho evidente que las diferencias no obedecen sólo a las dinámicas de los distintos campos científicos, se trata más bien de una cuestión de escala. Es así que los proyectos de *Big Science* –en los que se requiere de instrumentos e instalaciones a gran escala, financiados por gobiernos o agencias internacionales– representan un nuevo estilo de hacer investigación (Ortoll y otros: 2013). Los experimentos de *Big Science* tienen lugar originariamente en áreas del conocimiento como la física de altas energías, la astronomía, la fusión nuclear o la genética (Galison: 1992) y en las últimas décadas ha habido políticas científicas específicas para dar soporte a este tipo de proyectos multidisciplinarios e internacionales (Dewulf y otros: 2007).

Ante la evidencia de estas nuevas prácticas, es fundamental plantearse ciertos desafíos para abordar el análisis de las nuevas prácticas científicas:

- Desarrollar indicadores que sean capaces de detectar y medir las nuevas dimensiones que están surgiendo de estos cambios
- Generar información adecuada para que las autoridades implicadas en la política científica tengan en cuenta estos cambios a la hora de evaluar la actividad investigadora de los científicos

España no ha permanecido ajena a este proceso y, a lo largo de los últimos años, ha mostrado un crecimiento notable en la participación en grandes redes de colaboración internacional y por tanto en el número de autores por documento de sus publicaciones. Para profundizar en esta temática, en este trabajo analizamos las publicaciones del Sistema Universitario Español (SUE) difundidas en revistas internacionales (que constituye aproximadamente un 70% de la producción de España), centrándonos en la evolución del índice de co-autoría en la última década.

Metodología

Se utiliza como fuente de información la base de datos *Web of Science* en la que se ha identificado la producción de cada una de las universidades españolas. La información obtenida se ha normalizado e incluido en una base de datos relacional en MySQL y se han elaborado los principales indicadores de colaboración: número de firmas por documento y año; índice de co-autoría por área temática, disciplina e institución; hiperautoría (entendida como documentos con más de 100 autores) por disciplina y universidad. Se han calculado las siguientes medidas:

- **Media** del índice de coautoría. Si bien es sencilla de obtener y analizar, resulta muy volátil ya que se ve afectada por número total de documentos y por valores extremos.
- **Mediana** del índice de coautoría: Divide la población en dos (50/50). Es muy estable a lo largo de los años. El efecto de los valores extremos es mínimo.

- **Número atípico de autores:** (límite superior de la distribución). Establece el rango del número de autores que se comporta de forma normal en el área. Divide a la población en normal/atípica

La clasificación disciplinar se ha realizado considerando las categorías asignadas por la *Web of Science* a cada una de las revistas (*wos categories*). Para una clasificación más agregada, se han agrupado las *wos categories* en 6 grandes áreas: Experimentales (EXP), Ingeniería y Computación (ING), Ciencias de la Vida (BIO), Medicina y Farmacia (MED), Ciencias Sociales (SOC), Humanidades (HUM).

Resultados

- **Distribución de autores por documento y área (media, mediana y atípicos)**

Los datos obtenidos muestran que en la última década el índice de co-autoría promedio del Sistema Universitario Español ha pasado de 7,15 en 2003 a 21,86 en 2013, con perfiles muy dispares en función de las áreas temáticas. Así los menores valores se observan en Artes y Humanidades, mientras que los más elevados están en Experimentales (con un promedio de 21,86 autores por documento en 2013) (tabla I).

Tabla I. Evolución del índice de co-autoría en el Sistema Universitario Español (2004-2013)

Año	ART	BIO	EXP	ING	MED	SOC	Total
2004	1.98	5.61	10.14	4.54	6.06	3.05	7.15
2005	2.12	6.04	10.83	4.46	6.47	2.83	7.44
2006	2.16	5.85	10.91	4.36	6.23	3.05	7.51
2007	2.14	5.91	10.90	4.67	6.33	2.90	7.51
2008	2.03	6.27	10.23	7.86	6.48	2.87	7.37
2009	2.49	7.31	10.80	4.65	7.01	2.94	7.38
2010	2.16	6.55	13.77	9.61	6.94	2.94	9.78
2011	2.16	7.04	29.21	5.40	7.10	2.99	14.72
2012	2.21	6.90	54.39	6.22	8.11	3.19	21.12
2013	2.36	7.84	88.78	5.87	7.43	3.48	21,86

Para observar con mayor detalle el comportamiento de la co-autoría por área temática, en la figura 1 se presentan las distribuciones del número de autores que firman los documentos publicados en cada una de las áreas consideradas. Se muestran los límites inferior y superior que determinan el número de autores que se comportan como valores extremos (atípicos). En la figura se observa que en las áreas de BIO, EXP, ING y MED los trabajos firmados por un autor pueden calificarse como comportamiento atípico. Por otra parte la mayor mediana de autores firmantes se da en el área de Medicina (MED), mientras que las Ingenierías (ING) y las ciencias experimentales (EXP) son las áreas con un mayor número de valores atípicos en el número de firmas, que en algunos casos puede calificarse como hiper-autoría, cuando presentan más de 100, 500 o más de 1.000 firmas por documento.

En la figura 2 se muestra también la distribución de la co-autoría por año en cada área. Así se aprecia que en los últimos años ha habido un incremento considerable en el número de autores.

Figura 1. Distribución del número de autores por área temática (SUE 2004-2013)

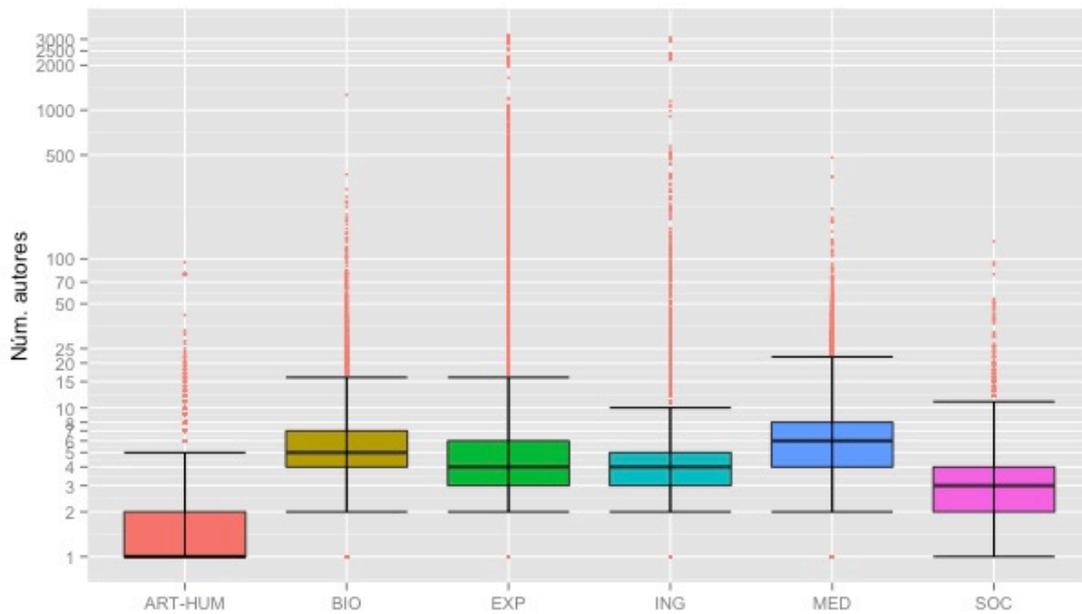
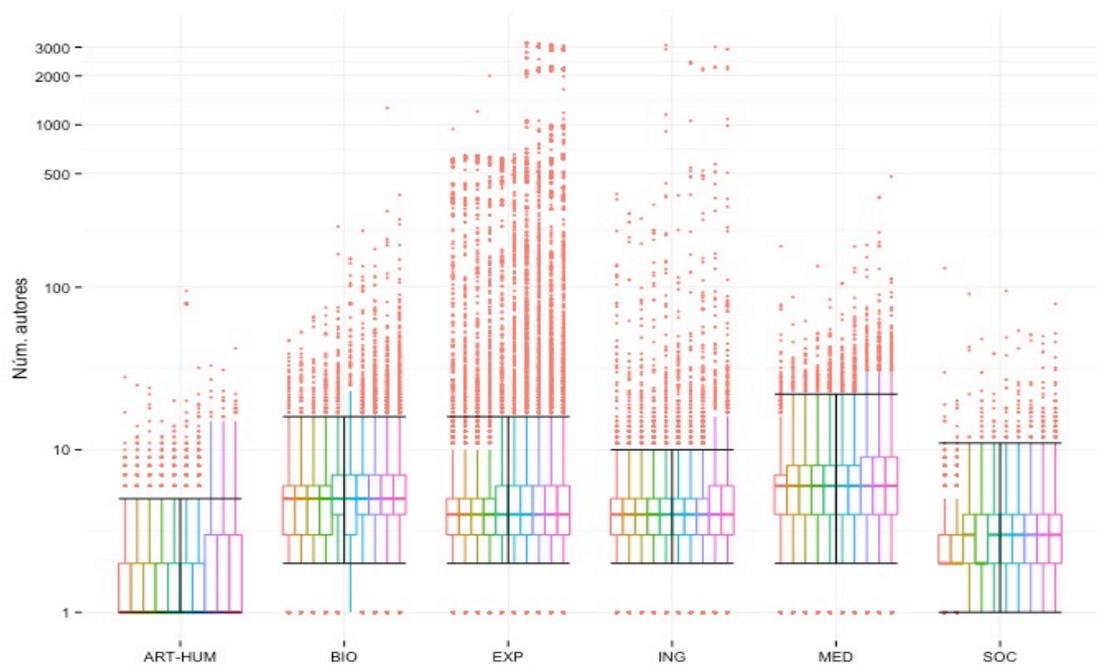


Figura 2. Distribución del número de autores por área temática y año (SUE 2004-2013)



Dado que dentro de un área pueden existir comportamientos diferentes según las disciplinas, se han desagregado los índices de coautoría por categoría temática (*wo category*). Considerando como indicador el **promedio de autores por documento** los

valores más elevados se dan en *Physics, particles & field* (198,34), *Physics, multidisciplinary* (141,24) y *Astronomy & Astrophysics* (71,16). En la tabla II se muestran los valores correspondientes a cada categoría temática con más de 5 autores promedio.

Tabla II. Evolución del PROMEDIO de co-autoría en el Sistema Universitario Español por categoría temática (WoS 2004-2013) >5 autores por documento.

Categoría wos	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom. 04 13
Physics, particles & fields	73,84	88,93	100,64	91,12	85,51	82,81	115,70	271,12	427,96	361,82	198,34
Physics, multidisciplinary	55,92	52,21	55,78	52,78	49,24	45,64	76,02	244,42	367,27	263,41	141,24
Astronomy & astrophysics	42,25	62,91	67,07	55,16	56,78	56,90	45,76	74,45	108,86	100,81	71,16
Instruments & instrumentation	17,99	12,75	7,10	12,40	35,90	8,85	118,43	23,69	26,39	30,54	32,37
Physics, nuclear	9,56	11,53	9,57	20,41	12,00	14,39	15,16	25,79	33,91	44,67	20,03
Nuclear science & technology	22,14	17,52	14,24	18,04	13,40	12,56	21,99	18,00	13,44	15,15	16,64
Spectroscopy	15,77	13,70	7,79	13,29	7,95	10,05	17,92	15,66	11,28	11,75	12,63
Multidisciplinary sciences	9,27	9,68	9,21	13,47	9,40	13,89	9,86	12,70	14,88	8,09	11,36
Hematology	8,66	8,84	9,22	9,95	10,27	10,75	10,40	10,78	10,79	10,45	10,14
Rheumatology	7,06	6,21	6,94	6,87	8,58	9,23	8,95	12,68	10,68	10,31	9,34
Oncology	7,65	8,22	8,42	8,23	7,69	9,51	9,32	10,12	10,30	11,02	9,22
Transplantation	7,62	8,50	8,19	8,59	9,01	8,88	8,82	9,21	9,26	9,73	8,90
Genetics & heredity	6,38	6,61	6,77	6,83	8,20	8,30	8,46	10,38	10,72	10,87	8,62
Allergy	6,81	6,89	6,60	7,31	7,83	8,45	6,53	8,23	13,21	8,74	8,27
Cardiac & cardiovascular systems	8,21	7,06	7,30	7,40	7,41	7,51	8,56	8,26	8,55	9,10	8,09
Immunology	7,35	7,40	7,15	7,32	7,30	8,23	7,35	8,39	8,87	8,68	7,90
Infectious diseases	7,56	7,65	6,79	7,18	7,63	8,06	7,43	8,29	8,12	9,01	7,87
Tropical medicine	5,35	6,34	8,78	8,38	8,44	7,84	8,62	7,31	8,55	7,79	7,75
Gastroenterology & hepatology	6,86	7,12	6,77	7,61	7,38	7,32	7,95	8,11	7,87	9,25	7,75
Peripheral vascular disease	6,79	7,03	7,18	6,92	7,14	7,34	8,10	8,25	8,14	8,63	7,54
Medicine, research & experimental	6,78	6,99	6,61	7,06	7,00	7,46	7,54	7,74	8,77	7,56	7,49
Virology	7,42	6,85	6,79	7,32	7,62	7,05	6,82	7,66	7,95	8,44	7,42
Cell & tissue engineering	4,50	8,00	6,00	6,58	6,84	10,06	7,50	6,94	7,07	7,47	7,32
Endocrinology & metabolism	6,19	6,22	6,82	6,45	7,14	6,99	7,48	7,88	8,31	7,66	7,27
Pathology	6,45	6,83	6,55	6,76	7,43	7,41	7,27	7,60	7,98	7,69	7,27
Respiratory system	5,82	6,94	5,93	6,87	6,35	7,05	7,12	8,15	7,92	7,57	7,14
Medicine, legal	7,19	6,65	7,96	7,02	7,84	8,13	5,92	7,60	6,51	7,27	7,14
Psychology, psychoanalysis	7,00	6,67	8,00	4,50	8,00	3,50	3,67	20,00	0,00	13,00	6,94
Surgery	6,03	6,75	6,46	6,77	6,64	7,06	6,48	7,22	7,23	7,33	6,87
Geriatrics & gerontology	5,64	5,73	6,65	6,06	6,12	6,63	6,62	7,26	7,53	7,44	6,85
Cell biology	5,88	6,14	6,09	6,11	6,79	6,57	6,73	6,83	8,88	7,13	6,84
Urology & nephrology	6,85	6,06	6,04	6,18	6,75	6,81	6,92	7,10	7,01	7,80	6,84
Critical care medicine	5,47	6,05	5,51	7,25	5,84	6,59	7,05	7,10	7,25	7,45	6,81
Medical laboratory technology	6,66	5,88	6,04	6,50	6,08	7,35	7,97	6,95	7,08	6,19	6,77
Psychiatry	5,50	5,60	6,09	5,85	7,35	6,82	7,17	6,91	7,14	7,52	6,76
Radiology, nuclear medicine & medical imaging	5,60	5,96	6,73	6,51	6,72	6,90	6,84	7,18	6,97	7,10	6,72
Clinical neurology	5,21	6,25	6,04	5,97	6,35	6,48	6,95	7,00	7,46	7,80	6,68
Neuroimaging	5,75	4,82	5,94	6,24	7,16	6,48	6,74	7,14	6,52	7,59	6,62
Otorhinolaryngology	5,33	5,21	6,50	6,68	5,90	5,36	6,27	7,69	7,17	7,39	6,57
Pediatrics	5,95	5,46	5,89	6,31	6,39	6,51	7,17	6,49	6,68	7,10	6,57
Parasitology	5,38	4,77	5,60	5,91	6,50	6,57	7,26	7,06	7,54	7,14	6,50

Categorías	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom. 04-13
Microbiology	5,67	5,79	5,69	5,89	6,11	6,38	6,15	6,77	6,83	7,15	6,30
Nutrition & dietetics	5,52	5,75	5,31	5,65	5,82	5,87	6,35	6,92	6,36	6,93	6,30
Chemistry, medicinal	5,91	6,23	5,89	5,97	6,24	6,15	6,56	6,52	6,53	6,43	6,28
Biochemistry & molecular biology	5,55	5,81	5,75	5,76	5,95	6,29	6,47	6,79	6,64	6,72	6,22
Primary health care	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4,13	7,79	8,30	6,00	5,63	6,20
Dermatology	4,77	5,42	5,72	5,63	5,59	6,07	5,84	6,33	7,64	6,83	6,18
Public, environmental & occupational health	5,28	5,92	6,44	5,54	5,63	5,81	6,27	6,35	6,69	6,76	6,18
Andrology	6,20	8,12	6,44	5,83	6,12	5,57	5,26	5,90	6,15	7,11	6,16
Reproductive biology	5,78	6,11	5,99	5,92	5,93	6,26	6,10	6,11	6,18	6,47	6,11
Veterinary sciences	5,64	5,69	5,93	5,82	5,95	6,14	6,13	6,14	6,31	6,58	6,11
Meteorology & atmospheric sciences	4,55	5,18	5,55	5,02	5,25	5,16	5,98	5,80	7,21	8,14	6,09
Obstetrics & gynecology	5,63	6,11	5,66	5,55	5,81	5,41	5,96	6,21	6,40	6,85	6,06
Pharmacology & pharmacy	5,57	5,61	5,57	5,50	5,82	6,02	5,95	6,29	6,35	6,79	6,01

Dado que los promedios resultan muy variables de un año a otro, se ha calculado la **mediana** en cada disciplina. Así se aprecian diferencias notables ya que en *Physics, particles & field* la mediana es de 4, al igual que en *Physics, multidisciplinary*. En *Astronomy & Astrophysics* asciende a 5 y se detectan los valores más elevados en *Hematology* (9 autores/doc), *Cardiac & Cardiovascular systems*; en *Oncology* y en *Transplantation* (8 autores por documento) (tabla III).

Tabla III. Evolución de la MEDIANA de co-autoría en el Sistema Universitario Español por categoría temática (WoS 2004-2013) >5 autores por documento.

Categorías	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Mediana 04-13
Hematology	7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9
Cardiac & cardiovascular systems	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
Oncology	7	8	8	8	7	8	8	9	9	10	8
Transplantation	7	8	8	8	9	8	8	9	9	9	8
Allergy	7	6	6	7	7	7	6	7	8	8	7
Cell & tissue engineering	4	8	6	7	7	7	7	7	6	7	7
Gastroenterology & hepatology	7	7	6	7	7	7	7	7	8	8	7
Immunology	7	7	7	7	6	8	7	7	7	7	7
Infectious diseases	7	7	6	7	7	7	7	7	7	8	7
Medicine, research & experimental	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Pathology	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
Peripheral vascular disease	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	7
Psychology, psychoanalysis	7	9	8	4	8	3	1	20		13	7
Respiratory system	6	6	6	6	6	6	7	8	7	7	7
Rheumatology	7	6	7	6	7	7	7	9	8	8	7
Tropical medicine	5	6	9	7	8	7	7	7	8	7	7
Virology	6	6	6	6	7	6	6	7	7	7	7
Andrology	6	6	6	6	6	5	6	5	5	5	6
Cell biology	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Chemistry, medicinal	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Clinical neurology	5	5	6	5	6	6	6	6	6	7	6
Critical care medicine	5	6	6	7	5	6	6	6	6	7	6
Endocrinology & metabolism	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6
Genetics & heredity	6	6	6	5	6	6	6	7	7	7	6
Geriatrics & gerontology	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Materials science, biomaterials	5	5	5	5	5	6	6	5	6	6	6
Medical laboratory technology	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	6

Categorías WoS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Media-na 04-13
Medicine, legal	6	6	5	5	5	6	6	4	6	5	6
Microbiology	5	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6
Multidisciplinary sciences	4	5	4	5	5	5	5	6	6	6	6
Neuroimaging	6	4	6	5	6	7	6	7	6	7	6
Nuclear science & technology	5	5	6	5	6	6	5	6	5	5	6
Nutrition & dietetics	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Obstetrics & gynecology	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6
Otorhinolaryngology	5	5	6	6	6	5	6	6	6	7	6
Parasitology	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	6
Pediatrics	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Pharmacology & pharmacy	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
Psychiatry	5	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6
Radiology, nuclear medicine & medical imaging	5	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6
Reproductive biology	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Surgery	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6
Urology & nephrology	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	6
Veterinary sciences	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Para detectar los valores atípicos, se ha calculado el límite superior de la distribución de autores por documento. En la tabla IV se muestran las categorías con límite superior mayor o igual a 15. Destacan *Physic, Particles & Field* (43 autores/doc), *Astronomy & Astrophysics* (28 autores/docs), *Hematology* (21 autores/docs) y *Oncology* (20 autores/docs). Se presenta también el porcentaje de documentos con valores atípicos que, para el caso de *Physic, Particles & Field* asciende al 22,8%. Son también elevados los porcentajes en *Astronomy & Astrophysics* (16,7%) y en *Physics nuclear* (18,4%).

Tabla IV. Límite superior de co-autoría en el Sistema Universitario Español (2004-2013)

Categorías WoS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2004-2013	% Atípicos
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	24	28	19	14	11	19	13	64	868	659	43	22,8
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	13	15	15	15	15	25	43	37	42	40	28	16,7
HEMATOLOGY	16	18	20	21	21	22	23	26	26	23	21	5,9
ONCOLOGY	16	16	16	17	17	18	16	20	22	26	20	3,6
TRANSPLANTATION	16	16	16	17	15	16	17	20	17	17	18	3,0
CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	15	16	15	17	17	17	17	17	17	16	17	3,0
GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	14	16	16	17	19	19	17	17	17	20	17	3,6
IMMUNOLOGY	15	15	15	15	15	17	15	17	17	17	17	3,1
INFECTIOUS DISEASES	15	18	16	15	17	17	16	17	20	19	17	3,4
RHEUMATOLOGY	14	14	12	14	15	20	16	28	19	20	17	9,6
TROPICAL MEDICINE	7	10	15	20	15	19	14	13	17	16	17	1,3
CRITICAL CARE MEDICINE	10	11	12	18	12	15	16	16	18	19	16	3,3
GENETICS & HEREDITY	14	14	14	14	16	16	16	21	21	21	16	7,5
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	10	18	13	18	18	18	18	16	19	16	16	7,5
NEUROIMAGING	9	7	9	9	16	12	15	14	13	13	16	0,3
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	23	18	15	12	17	14	14	19	14	19	16	13,1
RESPIRATORY SYSTEM	11	16	12	16	15	16	14	17	17	17	16	4,2
UROLOGY & NEPHROLOGY	14	12	14	13	15	14	16	16	15	17	16	2,7
VIROLOGY	12	16	16	15	17	16	15	16	15	17	16	2,8
ALLERGY	15	13	11	12	15	14	12	15	16	16	15	5,3
ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	14	14	15	13	12	13	15	17	17	15	15	3,8
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	13	12	12	12	15	15	19	15	20	17	15	4,5
PATHOLOGY	13	14	12	12	15	15	15	15	17	14	15	2,8
PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	12	15	15	14	15	15	16	16	16	16	15	2,7
PHYSICS, NUCLEAR	14	18	10	8	13	13	20	21	32	46	15	18,4
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	10	11	15	13	13	13	15	15	15	15	15	3,5

- **Hiper-autoría por área y categoría temática**

Dentro del conjunto de documentos que denominamos "con hiper-autoría" se han detectado 10 áreas con más de 1.000 autores. Durante los primeros años de la década estudiada no hay áreas con hiper-autoría. Los valores más altos se presentan en *Physics, particles & field* (291 documentos que representan el 7,2% de la producción de la disciplina) y en *Physics, multidisciplinary* con 242 documentos (un 7,7% de esta área) (tabla V).

Tabla V. Número de documentos con más de 1.000 autores por categoría temática

WoS Categories	2006	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2004-13	%
Astronomy & astrophysics				2	12	27	27	68	1,4
Cell biology						1		1	0,1
Instruments & instrumentation			3	20	2	3	5	33	1,4
Multidisciplinary sciences					1	2		3	0,2
Nuclear science & technology							1	1	0,4
Physics, fluids & plasmas							1	1	0,4
Physics, multidisciplinary				11	64	99	68	242	7,7
Physics, nuclear		1			1	1	2	5	0,6
Physics, particles & fields	1	1		17	60	117	95	291	7,2
Spectroscopy							1	1	0,3

En el grupo de documentos de entre 500 y 1.000 autores también se han detectado 10 categorías temáticas. La mayor parte de ellas estaban en el grupo de las de más de 1.000 autores (exceptuando *Cell biology* y *Physics, fluid & plasma*) a las que se añaden *Optics* y *Physics, applied*. Son también las categorías relacionadas con la física las que muestran valores más elevados de documentos multiautorados (tabla VI).

Tabla VI. Número de documentos con entre 500 y 1.000 autores por categoría temática

WoS Categories	200	200	200	200	200	200	201	201	201	201	200	%
Astronomy &	25	47	56	48	59	45	23	30	36	26	395	4,4
Instruments &					1		2	1	3	2	9	0,4
Multidisciplinary						1			2		3	0,2
Nuclear science &							2	1			3	0,7
Optics										1	1	0,1
Physics, applied										1	1	0,1
Physics,	34	38	46	53	46	36	27	36	50	51	417	6,0
Physics, nuclear				1						3	4	0,8
Physics, particles &	25	47	56	49	59	46	23	31	52	68	456	7,4
Spectroscopy							2	1			3	0,6

Por último, aparecen 39 categorías temáticas con documentos con más de 100 autores y menos de 500. Encabeza la lista por número de documentos *Astronomy & Astrophysics* con 563 documentos (un 6% de su producción) Le sigue *Physics, particles & field* con 557 documentos y un 9% de su producción en este tramo de co-autoría (tabla V).

Tabla VII. Número de documentos con entre 100 y 500 autores por categoría temática

Wos Categories	200	200	2006	200	200	200	201	201	201	201	200	%
ALLERGY									2		2	2,0
ASTRONOMY & ASTROPHY	14	13	20	26	27	73	97	102	88	103	563	6,2
BIOCHEMICAL RESEARCH						1					1	0,2
BIOCHEMISTRY & MOLECU						3	2		1		6	0,1
BIODIVERSITY CONSERVAT								1		1	2	0,5
BIOLOGY							1				1	0,2
BIOTECHNOLOGY & APPLIE					1				1		2	0,1
CARDIAC & CARDIOVASCU	1						1			1	3	0,3
CELL & TISSUE ENGINEERI							1				1	2,9
CELL BIOLOGY					1	1			1		3	0,2
CHEMISTRY, ANALYTICAL						1					1	0,1

Wos Categories	200	200	2006	200	200	200	201	201	201	201	200	%
CHEMISTRY, INORGANIC & ECOLOGY						2	1	1		1	5	0,2
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONICS			1		1						2	0,1
ENVIRONMENTAL SCIENCES								1		1	2	0,1
EVOLUTIONARY BIOLOGY						2	1				3	0,6
GENETICS & HEREDITY						3	4	4	5	5	21	0,6
IMMUNOLOGY									2	1	3	0,2
INFECTIOUS DISEASES						1				1	2	0,3
INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	11	8	1	11	11	4	6	9	6	5	72	1,9
MEDICINE, GENERAL & INTERNAL MEDICINE				1				1	3	1	6	0,3
MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL						1					1	0,3
METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES									1	1	2	0,3
MICROBIOLOGY										2	2	0,2
MULTIDISCIPLINARY SCIENCE	2	1	3	3	4	8	4	5	3	1	34	0,7
NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	11	8	2	10	4	4	6	6	4	2	57	3,1
OCEANOGRAPHY								1			1	0,4
ONCOLOGY							1	3	2		6	0,3
PHARMACOLOGY & PHARMACEUTICALS										1	1	0,1
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & OPTICS				1							1	0,2
PHYSICS, FLUIDS & PLASMA				1		2		2		2	7	0,7
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	21	13	14	7	11	20	19	19	37	27	188	2,7
PHYSICS, NUCLEAR	3	3	5	8	6	7	10	13	9	11	75	3,6
PHYSICS, PARTICLES & FIELD THEORY	57	37	30	51	32	61	58	59	75	97	557	9,1
PLANT SCIENCES						1		1			2	0,1
PSYCHOLOGY, SOCIAL	1										1	3,3
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH									1		1	0,2
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE							1				1	0,4
SPECTROSCOPY	11	8	1	9	3	4	5	6	4	2	53	2,4

• Índice de co-autoría por institución

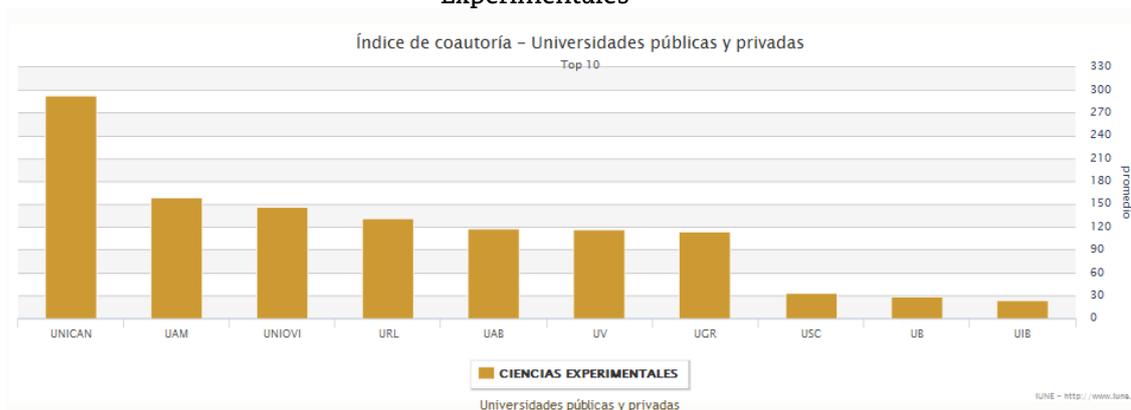
Si se consideran los índices de co-autoría a nivel de universidades, se aprecia que los mayores valores aparecen en la Universidad de Cantabria con un promedio de 152 autores por documento. Le siguen la Universidad Autónoma de Madrid (75 autores/doc) y la de Oviedo (70 autores/docs). En la figura 3 se muestran las 10 universidades con mayor índice de co-autoría en 2004-2013. En todas ellas se produce un incremento notable a partir de 2011.

Figura 3. Principales universidades según su Índice de co-autoría (2004-2013). Todas las áreas



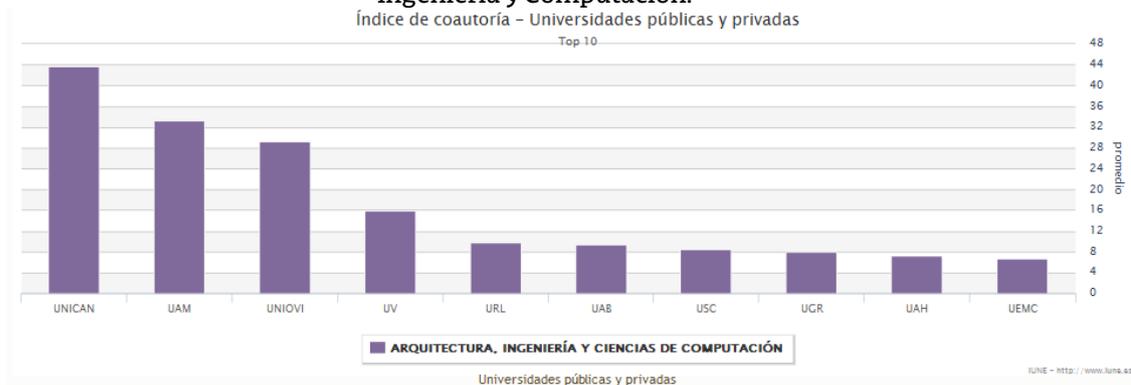
La desagregación por área temática muestra que los valores más elevados se presentan en el área de Ciencias Experimentales con 292 autores promedio en la Universidad de Cantabria y más de 140 en Oviedo y la Autónoma de Madrid. Se ha podido comprobar que estos índices obedecen a la colaboración en disciplinas vinculadas con la Física en las que existen documentos firmados por varias universidades españolas, centros del CSIC e instituciones extranjeras (figura 4).

Figura 4. Principales universidades según su Índice de co-autoría (2004-2013). Ciencias Experimentales



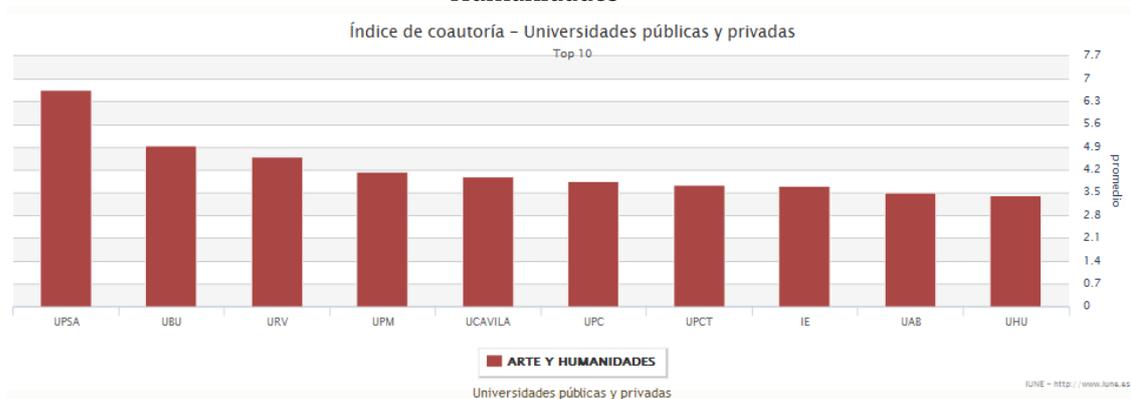
La segunda área en importancia es Arquitectura, ingeniería y computación con un máximo de 44 autores por documento y en los que también destacan la UNICAN, UAM y UNIOVI (figura 5).

Figura 5. Principales universidades según su Índice de co-autoría (2004-2013). Arquitectura, Ingeniería y Computación.



Estos valores difieren considerablemente de los que se presentan en otras áreas. En Ciencias de la Vida, por ejemplo, el índice de co-autoría es mucho más estable y similar entre instituciones, con valores que rondan como máximo los 8,5 autores por documento. En Ciencias Sociales, más de la mitad de las universidades tienen un promedio de entre 3 y 3,7 autores por documento y en Artes y Humanidades el índice más alto es el de la Universidad Pontificia de Salamanca con 6,67 autores por documento, seguida de la Universidad de Burgos (5 autores/doc) y la Rovira i Virgili (4,59 autores/doc). Figura 5.

Figura 6. Principales universidades según su Índice de co-autoría (2004-2013). Artes y Humanidades



Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten observar la evolución de la colaboración científica y son un buen punto de partida para analizar los cambios en la dinámica de producción científica del Sistema Universitario Español.

Estos cambios pueden ser aprovechados en dos direcciones. En primer lugar en el sentido de contar con un conjunto de nuevos indicadores que permitan calificar mejor la colaboración entre autores y por otro la idea de que hay datos suficientes para que los gestores de política científica tengan en cuenta de una forma más específica y adecuada el número de autores que firman un trabajo. En esta línea van también los estudios realizados sobre redes de colaboración en *Big Science* en los que se advierte que, en casos como el experimento ATLAS de física, el grado de colaboración dentro del experimento es mucho mayor que fuera de él en la misma disciplina y esta colaboración no sigue una distribución de grado en forma de ley de potencia como es habitual en estudios de colaboración (Canals; Ortoll y Nordberg; 2013).

Como se ha observado en nuestro trabajo, el índice de co-autoría se ha incrementado notablemente en Ciencias Experimentales. Estos valores extremos obedecen a las dinámicas de producción de ciertas áreas como la Física de Partículas o la Genética y a la participación de algunas universidades españolas en las "grandes" colaboraciones como el acelerador de partículas o el proyecto Genoma.

La mediana del número de autores que firman un trabajo en una determinada área parece más adecuada que el clásico índice de coautoría, debido a que es una medida más estable temporalmente que califica a la mitad de la población investigadora en una determinada área y que por su sencillez de cálculo permite elaborar criterios de valoración del número de autores más justos y adecuados que, por ejemplo, el de la posición de firma. Las penalizaciones pueden aplicarse a valores superiores a los de la mediana.

Por otra parte, el estudiar la distribución del número de autores que firman todos los trabajos en una determinada área permite establecer qué valores muestran un compartimiento atípico. El límite para este comportamiento permite establecer diferencias en función de la especificidad de comportamiento de cada área (incluso al nivel desagregado de las categorías WoS) estableciendo reglas más justas que el simple establecimiento de un valor discrecional.

Por último, el sencillo análisis de la hiper-autoría que hemos llevado a cabo permite señalar que hay áreas en las que un elevado número de autores en la firma que se justifica por la participación en los grandes proyectos colaborativos de la ciencia internacional deben ser tratadas de forma diferencial respecto al resto en lo referente a la valoración del número de autores en las publicaciones.

Los indicadores elaborados han sido incluidos en el Observatorio IUNE para el seguimiento de la actividad investigadora de las universidades españolas, por lo que pueden ser consultados a través de su página web (www.iune.es). Esta información resulta útil, además, para contar con valores de referencia a la hora de establecer patrones con los que realizar comparaciones entre instituciones españolas.

Bibliografía

Adams, J.D.; Black, G. C.; Clemmons, J.R.; Sthephan, P.E. (2005). Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from US universities, 1981-1999. *Research Policy*, 34(3), 259-285

Canals, A.; Ortoll, E.; Nordberg, M. (2013). Redes de colaboración en Big Science: el experimento ATLAS en el CERN. En González Alcaide; Gómez Ferri y Agulló Calatayud (coord.) *La colaboración científica: una aproximación multidisciplinar*. Valencia, Nau llibres

Cartagena, D.M.; Ruiz Pérez, R.; López-Cózar, E.D. (2013). La producción bibliográfica sobre autoría científica. En González Alcaide; Gómez Ferri y Agulló Calatayud (coord.) *La colaboración científica: una aproximación multidisciplinar*. Valencia, Nau llibres.

Dewulf, A.; Françoise, G.; Pahl-Wostl, C.; Taillieu, T. (2007). A framing approach to crossdisciplinary research collaboration: experiences from a large-scale research project on adaptative water management. *Ecology and Society*, 12(2): 14

Galison, P. (1992). *Big Science: The growth of large scale research*. Standford, CA: Stanford University Press.

Ortoll, E.; Canals A.; García, M.; Cobarsí J. (2013). La colaboración científica desde la óptica del Big Science

Price, D. J. d. S. (1963). *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press

Wutchy, S.; Jones, B.F.; Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science*, 316: 1036-1039, pp.1037. En González Alcaide; Gómez Ferri y Agulló Calatayud (coord.) *La colaboración científica: una aproximación multidisciplinar*. Valencia, Nau llibres

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida en el marco del proyecto "La investigación en eficiencia energética y transporte sostenibles en el medio urbano: análisis del desarrollo científico y la percepción social del tema desde la perspectiva de los estudios métricos de información". REF.: CSO2014-51916-C2-1-R. Convocatoria 2014 de «Retos Investigación»: Proyectos de I+D+I del Programa Estatal de I+D+I Orientada a los Retos de la Sociedad.