

Colaboración científica de la ingeniería química en las universidades españolas

Antonio PULGARÍN GUERRERO

Universidad de Extremadura; Facultad de Biblioteconomía y Documentación;
Departamento de Información y Comunicación
pulgarin@unex.es

M^a Pilar LAGAR BARBOSA

Universidad de Extremadura; Facultad de Biblioteconomía y Documentación;
Departamento de Información y Comunicación
mplagar@unex.es

M^a Isabel ESCALONA FERNÁNDEZ

Universidad de Extremadura; Facultad de Biblioteconomía y Documentación;
Departamento de Información y Comunicación
escalona@unex.es

Recibido marzo 2010

Aceptado: Junio 2010

RESUMEN: Se presenta un estudio de la colaboración científica de la ingeniería química en las universidades públicas españolas. Se lleva a cabo una búsqueda retrospectiva, de 2000 a 2006, en el Web of Science. Los resultados proporcionan un alto porcentaje de autoría múltiple (99 %), alcanzando la colaboración internacional el 36 % del total. Existe correlación entre el número de artículos de cada año y su porcentaje de artículos con colaboración internacional, y entre el número de artículos en cada categoría del JCR y su porcentaje de artículos con colaboración internacional. No se apreció correlación en el número de citas recibidas entre los artículos con cuatro o más autores y artículos con menos de cuatro autores, ni tampoco hubo diferencia significativa en el promedio de citas recibidas entre los grupos de artículos con colaboración internacional y artículos sin colaboración internacional. Las universidades más sobresalientes en productividad y en colaboración fueron la Politécnica de Cataluña, la del País Vasco y la Rovira i Virgili.

Palabras clave: Colaboración científica; co-autoría; universidades; ingeniería química.

Chemical Engineering collaboration in Spanish Universities

ABSTRACT: A study of the scientific collaboration in chemical engineering produced by the Spanish Universities is presented. A retrospective search in the Web of Science for the period, from 2000 to 2006, it is made. The results provide a high % of authorship multiple (99 %), by assuming the international collaboration of the 36 %. Correlations between the number of articles in each year and its percentage of articles with international collaboration was obtained, and between the number of articles belonging to each category of the JCR and its percentage of articles with international collaboration. However, no correlation in the number of received citations with four or more authors and articles with fewer than four authors was observed, neither there was a significant difference in the received citations average among the groups of articles with international collaboration and articles without international collaboration. The overhanging Universities in what productivity and a bigger collaboration refers they were the Politécnica of Cataluña, the País Vasco and the Rovira i Virgili.

Key words: Scientific collaboration; Co-authorship; Universities; Chemical Engineering.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis cuantitativo de la colaboración científica no es solo una cuestión metodológica sino que tiene, también, un interés teórico.

El crecimiento de la colaboración científica es uno de los fenómenos más destacables de entre todos los que han contribuido a la transformación de la ciencia desde hace más de tres siglos (Price, 1963). Este crecimiento ha variado según la época y según la disciplina. Actualmente, se observa un fuerte incremento de la colaboración científica, siendo más alto en aquellas disciplinas consideradas como ciencias duras, que en las ciencias sociales o humanidades (Bandyopadhyay, 2001).

Independientemente de su origen, la colaboración científica ha alcanzado una gran importancia e interés en la ciencia actual, en la llamada Gran Ciencia. Y en las últimas décadas es una de las preocupaciones centrales de los gestores de política científica. Parece ser que la institucionalización de la colaboración científica mejora tanto la transferencia como la difusión de los resultados.

Price y Beaver (1966) fueron los primeros en usar las relaciones de co-autoría para investigar las estructuras sociales y la influencia en ciencia, y más específicamente las redes de comunicación.

Son múltiples los motivos que llevan a un investigador a trabajar y publicar en equipo. Tal vez, los más plausibles sean la especialización y el aumento de la eficacia del investigador, esto es, la profesionalización (Beaver y Rosen, 1978).

El análisis cuantitativo de la colaboración, en las publicaciones científicas, parte de los datos sobre el autor y la institución de donde procede. Está ampliamente asumido que podría entenderse de varias formas, por ejemplo, internacional, entre sectores, entre universidades, entre ciencia y tecnología, entre disciplinas científicas, de forma individual o a nivel institucional (Katz & Martin, 1997).

Los trabajos publicados sobre colaboración científica han sido numerosos.

Los estudios más citados son los de Price (1963) y Crane (1972), quienes introdujeron y desarrollaron el concepto de “colegio invisible” como redes de comunicación informal con alguna forma de organización social.

Recientemente, Chen y Liu (2006) examinaron la colaboración internacional en el campo de la mecánica entre autores de 30 países diferentes, usando redes sociales.

Harrison (2006) estudió la autoría de la revista *Conservation Biology*, desde el principio en 1987 hasta 2005.

Hou, Kretschmer y Liu (2006) tratan de revelar la microestructura de la red de colaboración en la revista *Scientometrics* haciendo uso del análisis de redes sociales, análisis de co-ocurrencia, análisis de cluster y análisis de frecuencia de palabras.

Sin embargo, los trabajos dedicados al estudio de la colaboración, en “Ingeniería Química”, han sido escasos. En estos casos, los estudios suelen abarcar múltiples sectores, entre ellos el de la ingeniería química.

En el trabajo de Peters, Hartmann y van Raan (1988) se concluye que las publicaciones reconocidas internacionalmente son citadas con mayor frecuencia que las que no tienen ese reconocimiento. Los artículos publicados en revistas prestigiosas de ingeniería química son, en promedio, mucho más citados que aquellos otros publicados en revistas con menos prestigio.

En 1991, Peters y van Raan emprendieron un análisis de la co-autoría para identificar colaboraciones en una variedad de disciplinas, incluyendo la ingeniería química. Los resultados fueron discutidos con expertos y comparados para analizarlos desde el análisis de citas.

2. METODOLOGÍA

En este trabajo estudiamos la colaboración científica de las universidades españolas con producción científica en ingeniería química.

El análisis de la co-autoría puede usarse, por ejemplo, como una importante herramienta en la evaluación bibliométrica, con objeto de obtener una primera identificación de grupos de investigación en universidades, organizaciones o países.

2.1. FUENTES DE DATOS

El objeto de estudio es la universidad pública española con docencia e investigación en “ingeniería química”. Para ello, previamente, se tuvo que recabar información, sobre universidades e investigadores, en ciertas instituciones españolas (Ministerio de Ciencia e Innovación¹, Portal de Universia², Los distintos portales institucionales de las universidades españolas, Directorio de Departamentos de Ingeniería Química³).

Los datos para el estudio fueron obtenidos del *Web of Science* (WoS, Thomson Reuters) usando ecuaciones de búsqueda para capturar la literatura publicada sobre ingeniería química durante un período de siete años.

Se ha optado por WoS, debido al uso generalizado de estas bases de datos por las instituciones públicas, tanto nacionales como regionales, en la evaluación de la ciencia, la tecnología y los investigadores.

¹ El Consejo de Coordinación Universitaria ofrece relación de universidades españolas tanto públicas como privadas, así como relación de Universidades con la titulación de Ingeniería Química (<http://www.mec.es>).

² El portal de Universia ofrece información sobre el Sistema Universitario Español y nos permite la búsqueda por titulación dándonos relación de todas las Universidades Españolas y los Centros en las que se imparte el título de Ingeniería Química (<http://www1.universia.es/EstudiosXXI/>).

³ Directorio de Departamentos de Ingeniería Química de las Universidades Españolas (Mayo, 1998): Producto elaborado por la Universidad Jaume I. Recopila información, en esta fecha, de las Universidades Españolas con Ingeniería Química: nombre del Departamento, nombre del Centro o Centros donde imparten docencia los prof. del Departamento, nombre de los profesores del área, etc.

Otras bases de datos de ámbito internacional, como *Scopus*, fueron descartadas por el alto índice de solapamiento existente entre éstas y *WoS* y, principalmente, porque aún no están siendo utilizadas plenamente por las instituciones españolas encargadas de llevar a cabo la evaluación de la producción científica de los investigadores (sexenios, plazas, etc.).

El trabajo se basa en el estudio de la colaboración científica de las universidades públicas española⁴, con docencia e investigación en el área de “Ingeniería Química”, a través de los documentos indexados en las bases de datos del *Web of Science*.

Se han recuperado artículos y reviews publicados en las revistas científicas indexadas en *WoS*, durante el periodo de tiempo 2000-2006. La búsqueda de la información fue realizada a finales de 2007.

Fueron ensayadas distintas estrategias de búsqueda, debido a las distintas denominaciones de los departamentos universitarios.

La ecuación de búsqueda tipo fue como la que a continuación se muestra:

1. $AD=((\text{"ing* quim*"} \text{ OR } \text{"chem* eng*"}) \text{ SAME spain})$
2. $AD=((\text{"univ Extremadura"} \text{ OR } \text{uex}) \text{ SAME spain})$
3. $\#1 \text{ AND } \#2$

La búsqueda se repitió con los nombres y acrónimos de cada una de las 47 universidades con área de “Ingeniería Química”.

Se tuvieron en cuenta las distintas lenguas co-oficiales de las comunidades (gallega, catalana y vasca), a la hora de introducir los términos (“enxenería química”; “enginyeria química” o “ing kim”). Igualmente, se tuvo presente las variantes de los nombres de las universidades (Univ País Vasco, Univ Basque Country, UPV, Univ País Vasco Uskal Herriko Unibertsitatea, UPV EHU, Univ País Vasco EHU, Escuela Univ Politecn, Euskal Herriko Unibertsitatea).

También se tuvo en cuenta las distintas formas de aparecer los nombres de las universidades en *WoS*, tales como: Univ Vigo, Vigo Univ; Univ País Vasco, Univ Basque Country; Univ Politecn Catalunya, Univ Politecn Cataluna, Tech Univ Catalonia; Univ Jaume I, Univ Jaume 1, o errores como Univ Seville.

Por tanto, una tarea previa a la recuperación de los datos es la de analizar, institución por institución para analizar su contenido. Esto explica la lentitud en la elaboración de un estudio como este.

Los registros recuperados fueron exportados al gestor de bibliografía, EndNote Web 2.9, proporcionado por la propia plataforma de *Web of Knowledge*.

⁴ A excepción del Departamento de Ingeniería Química del Instituto Químico de Sarriá de la Universidad Ramón Llull.

2.2. ANALISIS ESTADÍSTICO

Además de la estadística descriptiva necesaria (ejemplo: frecuencias, recuentos, porcentajes, etc.) se aplicaron diversos tests de bondad de ajuste.

Para probar si una muestra proviene o no de una población normal se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov.

Para mostrar la asociación entre el número de artículos y el porcentaje de artículos con colaboración internacional por año, en primer lugar; y entre el número de artículos de las categorías del *Journal Citation Reports* (JCR) y su porcentaje de artículos con colaboración internacional, en segundo, se utilizó el test tau-b de Kendall.

Para probar si había diferencia entre el número de citas recibidas por los artículos con colaboración internacional y los artículos sin colaboración internacional, o entre artículos con cuatro o más autores y artículos con menos de cuatro autores, se utilizó el test U de Mann-Whitney. El punto de corte para el número de autores está basado en el valor de la media.

Un valor $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo (bilateral).

El análisis estadístico fue realizado con el paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows⁵.

3. RESULTADOS

En el periodo de tiempo de años estudiados se recuperaron, en WoS, un total de 4.648 registros correspondientes al área de ingeniería química, distribuidos en 47 Universidades públicas españolas.

La tabla I muestra la distribución anual de artículos por niveles de co-autoría, el total de autores (suma de los productos de cada uno de los niveles de co-autoría por su correspondiente número de artículos) y la media de autores por artículo (índice de co-autoría). La distribución del número de artículos en co-autoría resultó ser normal (test de Kolmogorov-Smirnov = 0,720; $p = 0,678$).

El número total de autores fue de 19.661 y la media global del número de autores/artículo fue 4,23. El 99 % de los artículos (4609) fueron publicados en co-autoría. Apenas el 1% (39) de los artículos fueron firmados por un solo autor.

Las universidades más productivas fueron la Politécnica de Cataluña (583 artículo), con la del País Vasco (448) y Rovira i Virgili (303) en segundo y tercer lugar (Fig. 1).

La Politécnica de Cataluña también fue la que tuvo mayor colaboración entre instituciones (335), con la Universidad de Barcelona (127) y la del País Vasco (111) en segundo y tercer puesto. Igualmente, la Politécnica de Cataluña (con 190

⁵ SPSS, Inc., Chicago, Illinois, USA.

artículos), junto a la Rovira i Virgili (137) y País Vasco (117), fueron las que mayor número de colaboración internacional tuvieron.

Respecto al tipo de colaboración, se ha hecho distinción entre internacional (36,00 %); interuniversitaria (35,75 %); interdepartamental, incluyéndose en este caso las colaboraciones con universidades sin áreas de ingeniería química (13,86 %); y otros (14,36 %), conteniendo las colaboraciones con empresas, hospitales, institutos, etc. (Fig. 2).

La tabla II muestra la distribución de la colaboración internacional. La diversidad de países con los que han colaborado las universidades españolas ha sido amplia (56 países). Destacan Francia (170 colaboraciones) y USA (144), con cerca del 25 % entre ambos, seguido de Reino Unido (86), Italia (79), Alemania (74), Argentina (66) y Holanda (59). Estos siete países juntos, con un 52,3 %, superan al resto.

La correlación entre el número de artículos en cada año y su porcentaje de artículos con colaboración internacional fue estadísticamente significativa (coeficiente tau-b de Kendall = 0.683; $p=0.033$).

En promedio, la diferencia en el número de citas recibidas entre artículos con cuatro o más autores y artículos con menos de cuatro autores, no fue estadísticamente significativa (media: 6.2 vs. 7.1; $p=0.565$ test U de Mann-Whitney).

Tampoco hubo diferencia significativa en el promedio de citas recibidas entre los grupos de artículos con colaboración internacional y artículos sin colaboración internacional (media: 8.21 vs. 6.56; $p=0.338$ test U de Mann-Whitney).

Todos los artículos fueron indizados entre 135 categorías (JCR). En total resultaron 88 categorías con colaboración internacional. La categoría más productiva fue "Engineering, Chemical" (con 1717 artículos y un 17 % de colaboración internacional), con "Chemistry, Physical" (774 artículos y 9.95 % de colaboración internacional) y "Environmental Sciences" (619 y 7.32 %) en segundo y tercer lugar, respectivamente. Estas tres categorías, junto con las tres siguientes ("Polymer Science", "Biotechnology & Applied Microbiology" y "Engineering, Environmental"), superan el 50 %, tanto del total de artículos como de la colaboración internacional.

La tabla III muestra las 15 categorías más productivas.

La correlación entre el número de artículos en cada categoría y su porcentaje de artículos con colaboración internacional fue positiva (coeficiente tau-b de Kendall = 0.726; $p<0.001$).

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio trata de mostrar algunas características de la colaboración en la Ingeniería Química de las universidades públicas españolas. Los resultados arrojan un alto porcentaje de colaboración, tanto nacional como internacional, presentando co-autoría, prácticamente, la totalidad de los artículos.

Las universidades con mayor porcentaje de colaboración internacional fueron, también, las más productivas. Destacan la Politécnica de Cataluña, la del País Vasco y la Rovira i Virgili, entre otras.

La colaboración internacional, con el porcentaje más alto entre los distintos tipo (36 %), está ampliamente distribuida entre un gran número de países (56), siendo Francia y USA con los que más se colaboró.

Según Morlacchi, Wilkinson y Young (2004), “la distribución del número de artículos con co-autoría no es una distribución normal o en forma de campana, sino una distribución potencial característica, en la que unos cuantos autores contribuyen con un gran número de artículos con co-autorías y una larga cola que implica a muchos autores, contribuyendo con un pequeño número de artículos en co-autoría”. Barabási y col. (2002), afirman que el gráfico log-log del número de artículos con co-autoría muestra una característica línea recta con una correlación del 0,98 y una pendiente próxima al valor de -1. En un trabajo anterior, Beaver (2001), dijo que la autoría en la colaboración sigue una distribución de Poisson, significando un suceso relativamente raro; de modo gradual va tendiendo hacia la distribución binomial negativa a medida que la colaboración se hace más frecuente.

Los datos del presente trabajo no apoyan las afirmaciones expresadas por los autores anteriores. En ingeniería química la distribución del número de artículos en co-autoría resultó ser una distribución normal.

Como ya se ha dicho, el % de co-autoría ha sido alto (99 %) y la media global del número de autores por artículo fue de 4,23 (índice de co-autoría). Los artículos con 4 autores alcanzan casi el 32 % y los de 4 o más autores suman el 70 %.

Estos resultados son más elevados que los obtenidos por Subramanyam y Stephens (1982), quienes estudiaron la revista *Journal of the American Institute of Chemical Engineers*, durante los años 1965, 1970, 1975 y 1980. Los datos obtenidos por estos autores fueron de un 86,98 % de artículos con múltiples autores y un promedio del número de autores por artículo entre 2 y 3, permaneciendo esta imagen durante los 15 años estudiados.

Son abundantes los trabajos que apoyan la idea de que los artículos en colaboración incrementan tanto la productividad (Price y Beaver, 1966; Pao, 1982; Pradvic y Oluic-Vukovic, 1986), como la visibilidad (Beaver y Rosen, 1979; Narin y Whitlow, 1990; Pao, 1992), aunque, también hay ejemplos de lo contrario (que la disminuyen), como los de Braun, Glänzel y Schubert (2001), respecto a la productividad, y de Bayer (1982), sobre la visibilidad.

En ingeniería química, debido al alto porcentaje de artículos con co-autoría (99 %), es difícil comprobar si esta influye o no en la producción científica. Los resultados mostraron una correlación estadísticamente significativa entre el número de

artículos de cada año y su porcentaje de artículos con colaboración internacional. Estos resultados estaría de acuerdo con aquellos autores que relacionan la colaboración y producción científica.

Por el contrario, la visibilidad y la colaboración no presentaron resultados positivos, respecto a una posible correlación.

Por un lado la diferencia en el número de citas recibidas entre los artículos con 4 o más autores y los artículos con menos de 4 autores, no hubo correlación significativa. Y, por otro, tampoco hubo diferencia significativa en el promedio de citas recibidas entre grupos de artículos con colaboración internacional y artículos sin colaboración internacional. De modo que los resultados estarían en desacuerdo con la idea extendida de una posible relación entre la co-autoría y la visibilidad, como observara Bridgstock (1991), entre otros.

En cuanto a la gran diversidad de categorías (JCR), en las que se han distribuido las revistas donde se publicaron los artículos, esto sería debido a la amplia interdisciplinaridad en la que investigan los ingenieros químicos, que abarca desde la tecnología hasta el medio ambiente. Así se comprende que el número de revistas donde puede ser publicado un trabajo de investigación del área de ingeniería química sea tan alto. Como consecuencia de ello estas revistas estarán distribuidas en un gran número de categorías del JCR (135, de las que 88 presentaron colaboración internacional).

El número de artículos de cada una de las categorías y su porcentaje de colaboración internacional mostró correlación positiva. Esto es, las categorías más productivas fueron, al mismo tiempo, las que tenían mayor porcentaje de artículos con colaboración internacional.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bandyopadhyay, A.K. "Authorship patterns in different disciplines". *Annals of Library and Information Studies*, 2001, 48/4:139-147.
- Barabasi, A.L.; Jeong, H.; Neda, Z.; Ravasz, E.; Schubert, A.; Vicsek, T. "Evolution of the social network of the social network of scientific collaborations". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2002, 311/3-4:590-614.
- Bayer, A.E. "A bibliometric analysis of marriage and family literature". *Journal of Marriage and the Family*, 1982, 44/3:527-538.
- Beaver, D. "Reflections on scientific collaboration (and its study): past, present, and future". *Scientometrics*, 2001, 52/3:365-377.
- Beaver, D.; ROSEN, R. "Studies in scientific collaboration I. The professional origins of scientific co-authorship". *Scientometrics*, 1978, 1/1: 65-84.
- Beaver, D.; Rosen, R. "Studies in scientific collaboration II. Scientific co-authorship, research productivity and visibility in the French scientific elite 1799-1830". *Scientometrics*, 1979, 1/2:133-149.
- Braun, T.; Glänzel, W.; SCHUBERT, A. "Publication and cooperation patterns of the authors of neuroscience journals". *Scientometrics*, 2001, 51/3: 499-510.

- Bridgstock, M. "The quality of multiple authored papers, an unresolved problem". *Scientometrics*, 1991, 21/1:37-48.
- Chen, L.; Zeyuan, L.: International Mechanics Collaboration in 30 Countries. En *Proceedings International Workshop on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & Seventh COLLNET Meeting*. Nancy (France): SRDI-INIST-CNRS, 2006, pp. 163-170.
- Crane, D.: *Invisible colleges: diffusion of knowledge in scientific communities*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1972.
- Harrison, A. L. "Who's who in Conservation biology - an authorship analysis". *Conservation Biology*, 2006, 20/3:652-657.
- Hou, H.; Kretschmer, H.; LIU, Z. "The structure of scientific collaboration networks in Scientometrics". *Scientometrics*, 2008, 75/2:189-202.
- Katz, S.J.; Martín, B.R. "What is research collaboration?" *Research Policy*, 1997, 26/1:1-18.
- Melin, G.; Persson, O. "Hotel cosmopolitan: A bibliometric study of collaboration at some European universities". *Journal of the American Society for Information Science*, 1998, 49/1:43-48.
- Morlacchi, P.; Wilkinson, I. F.; Young, L.: Social networks of researchers in business to business marketing: A case study of the IMP Group 1984-1999". En *SPRU Electronic Working Paper Series*. University of Sussex, UK: The Freeman Centre, 2004, paper n° 116, pp. 1-42.
- Narin, F.; WHITLOW, E.S.: *Measurement of scientific cooperation and coauthorship in CEC-related areas of science*. Luxembourg: European Community, 1990, Report EUR 12900.
- Pao, M.L. "Collaboration in computational musicology". *Journal of the American Society for Information Science*, 1982, 33/1:38-41.
- Pao M.L. "Global and local collaboration: a study of scientific collaboration". *Information Processing & Management*, 1992, 28/1:99-109.
- Peters, H.P.F.; Hartmann, D.; Van Raan, A.F.J.: Monitoring Advances in Chemical Engineering. En *Informetrics 87/88* (L. Egghe, & R. Rousseau, eds.). Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1988, pp. 175-195.
- Peters, H. P. F.; Van Raan, A. F. J. (1991). "Structuring scientific activities by co-author analysis. An exercise on a university faculty level". *Scientometrics*, 1991, 20/1:235-255.
- Pradvic, N.; Oluic-Vukovic, V. "Dual approach to multiple authorship in the study of collaborator/scientific output relationship". *Scientometrics*, 1986, 10/5-6:259-280.
- Price, D.J. De Solla.: *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press, 1963.
- Price, D.J. De Solla; Beaver, D. (1966). "Collaboration in an invisible college". *American Psychologist*, 1966, 21/11:1011-1018.
- Subramanyam, K.; Stephens, E.M. "Research collaboration and funding in Biochemistry and Chemical Engineering". *International Forum for Information and Documentation*, 1982, 7/4:26-29.

Tabla I. Nivel de co-autoría anual en Ingeniería Química

Año	Nº de Artículos	Número de autores											Nº total de autores	Autores/ Artículos
		1	2	3	4	5	6	7	8					
		9	>9											
2000	540	5	44	147	167	101	51	9	6	4	6	2238	4,14	
2001	626	8	72	144	200	121	54	15	9	3	0	2517	4,02	
2002	638	5	48	151	221	140	46	15	8	4	0	2619	4,11	
2003	572	3	48	121	187	135	53	14	6	3	2	2397	4,19	
2004	667	6	50	144	227	133	63	26	12	5	1	2823	4,23	
2005	783	9	53	166	227	173	92	34	19	1	9	3471	4,43	
2006	822	3	50	173	257	191	91	33	11	8	5	3596	4,37	
Totales	4648	39	365	1046	1486	994	450	146	71	28	23	19661	4,23	

Tabla II. Colaboración internacional por países

Países	Artículos	Países	Artículos
France	170	Rusia	10
USA	144	Greece	9
England	86	Ireland	8
Italy	79	Hungary	7
Germany	74	India	7
Argentina	66	Norway	7
Netherlands	59	Uruguay	7
Canada	50	Australia	6
Portugal	50	Peoples R China	6
Brazil	44	Czech Republic	5
Mexico	36	South Africa	5
Chile	35	Bulgaria	4
Cuba	27	Ecuador	4
Venezuela	25	Egypt	4
Israel	24	Nicaragua	4
New Zealand	23	Tunisia	4
Belgium	20	Wales	4
Switzerland	20	Iran	3
Austria	19	Slovenia	3
Colombia	16	Byelarus	2
Japan	16	Oman	2
Finland	15	Peru	2

Poland	15	Serbia Monteneg	2
Sweden	15	Slovakia	2
Morocco	12	Turkey	2
Scotland	12	Ukraine	2
Denmark	11	Costa Rica	1
Romania	10	Indonesia	1
Total			1296

Tabla III. Distribución del número de artículos por categorías del JCR

Categorías del Journal Citation Reports	N1	% N1	N2	% N2
Engineering, Chemical	1717	20,55	316	17,00
Chemistry, Physical	774	9,26	185	9,95
Environmental Sciences	619	7,41	136	7,32
Polymer Science	464	5,55	128	6,89
Biotechnology & Applied Microbiology	562	6,73	110	5,92
Engineering, Environmental	465	5,57	104	5,59
Water Resources	320	3,83	92	4,95
Chemistry, Multidisciplinary	465	5,57	82	4,41
Biochemistry & Molecular Biology	178	2,13	61	3,28
Chemistry, Applied	285	3,41	51	2,74
Chemistry, Analytical	224	2,68	45	2,42
Food Science & Technology	298	3,57	44	2,37
Materials Science, Multidisciplinary	156	1,87	41	2,21
Energy & Fuels	195	2,33	29	1,56
Physics, Atomic, Molecular & Chemical	62	0,74	28	1,51
N1 = núm. total de artículos; N2 = núm. de artículos con colaboración internacional				

Fig. 1. Número de artículos con co-autoría y sin co-autoría por universidad del autor

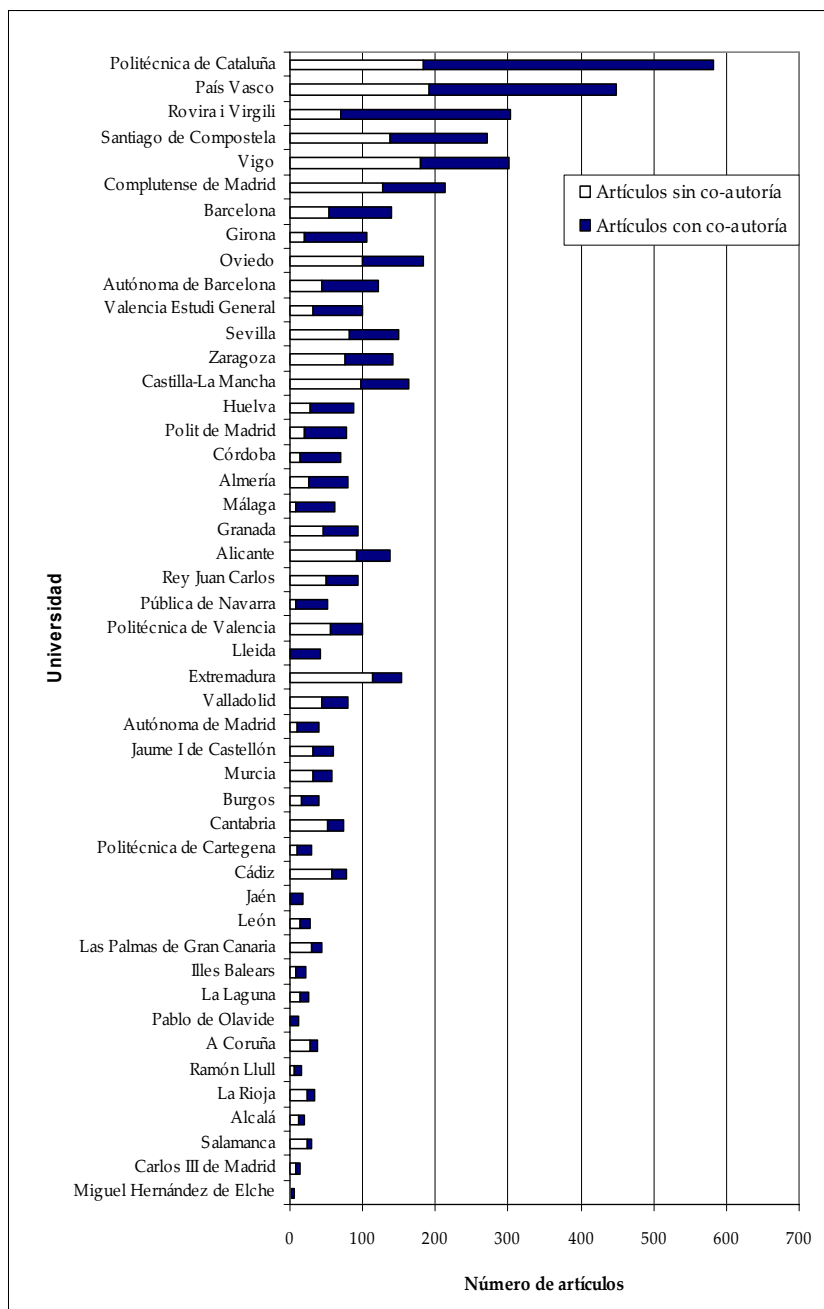


Fig.2. Grado de co-autoría según el tipo de colaboración

