

# Colaboración científica en la investigación química española: análisis de artículos de química publicados en revistas de impacto

Jesús H. Busto, Joaquín León, Marta Magriñá

**Resumen:** Se analizan aspectos relacionados con la colaboración de químicos pertenecientes a instituciones españolas en las publicaciones de impacto que involucran tanto a investigadores de otras instituciones españolas como de centros extranjeros. El análisis abarca el índice de coautoría, y las características de la colaboración que hay entre investigadores españoles y extranjeros. El análisis de la relación entre colaboración e impacto de las publicaciones muestra que la colaboración internacional contribuye a aumentar la calidad de las revistas donde se publican los trabajos.

**Palabras clave:** Coautoría, Colaboración científica, Producción científica, Publicaciones de química, Impacto científico.

**Abstract:** Aspects related with the collaboration of chemists belonging to Spanish institutions in publications of impact involving researchers from other Spanish institutions and foreign centres are discussed. The analysis covers the co-authorship index, and the characteristics of the collaboration between Spanish and foreign researchers. The relationship between collaborations and impact of publications shows that internationally co-authored papers had significantly higher impact factors.

**Keywords:** Co-authorships; Research cooperation; Scientific production; Publications of chemistry; Spain; Research impact.

## INTRODUCCIÓN

Es incuestionable que uno de los principales parámetros para evaluar la calidad de la Ciencia es el nivel de calidad de las revistas donde se publican los trabajos. En este sentido la Química española ha realizado un progresivo incremento en la colaboración con Universidades y Centros de Investigación extranjeros con la finalidad de incrementar la presencia en las revistas de mayor índice de impacto. Es importante analizar si este esfuerzo se ve reflejado en la calidad de los trabajos, y como consecuencia en el impacto de las revistas en la que los químicos españoles publican.

Este trabajo profundiza en varios aspectos relacionados con la colaboración existente en aquellas publicaciones en las que participan químicos españoles, a partir de

la información que se recoge en Scopus, base de datos que se ha seleccionado por la exhaustividad que presenta en este terreno y por las ventajas que ofrece a la hora de facilitar los resultados, especialmente cuando se quiere trabajar con los datos de cada institución. Los datos a partir de los cuales se ha hecho el estudio se recogieron la tercera semana de septiembre de 2015.

Dentro del apartado temático que Scopus dedica a la Química, se ha seleccionado los documentos publicados entre los años 2000 y 2014 (un total de 82.516 documentos), para disponer de un período de estudio amplio, siendo conscientes de que puede haber algunas lagunas, especialmente en el año 2014, por posibles retrasos en la elaboración de la base de datos.

Además se ha limitado el estudio a los documentos publicados en revistas que están o han estado alguna vez en ese mismo espacio de tiempo (2000-2014) en alguno de los siguientes seis apartados temáticos del *Journal Citation Reports*:<sup>[1]</sup> “Chemistry Analytical”, “Chemistry Applied”, “Chemistry Inorganic & Nuclear”, “Chemistry Multidisciplinary”, “Chemistry Organic” y “Chemistry Physical”. Se trata de un conjunto de 593 títulos de revistas, habiendo habido participación de algún investigador afincado en España en artículos publicados en más del 90% de las mismas (en 543 revistas).

Tras la eliminación de algunos registros duplicados,<sup>[2]</sup> se dispuso finalmente de un universo formado por 78.671 publicaciones, lo que supone más del 95% del apartado temático de Química de Scopus. Nuestro análisis abarca todas las contribuciones hechas por autores españoles en estas revistas, en su mayor parte artículos (95%), aunque hay que tener en cuenta la presencia de otras tipologías



Jesús H. Busto<sup>1</sup>

J. León Marín<sup>2</sup>

M. Magriñá  
Contreras<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química. Complejo Científico Tecnológico. Universidad de La Rioja. C/ Madre de Dios, 51. 26006 Logroño. La Rioja. España.

<sup>2</sup> Biblioteca de la Universidad de La Rioja. C/ Piscinas, nº 1. 26007 Logroño (La Rioja).

C-e: [hector.busto@unirioja.es](mailto:hector.busto@unirioja.es)

Recibido: 08/09/2016. Aceptado: 02/12/2016.

documentales como editoriales, notas o revisiones (estas últimas suponen un 3,7%).

Este artículo tiene tres partes diferenciadas. En la primera se aborda el índice de coautoría, en la segunda la colaboración en el ámbito internacional, y en la tercera se analizan las relaciones entre la colaboración internacional y el impacto de las publicaciones. En las dos primeras partes se profundizó en el análisis de las publicaciones de las universidades públicas y el CSIC, dado que los investigadores de estos centros están presentes en el 96% de las mismas. Para dicho estudio, cada universidad ha sido considerada como un centro único, unificando las publicaciones que en Scopus aparecen asociadas a distintas Facultades, y lo mismo ocurre con el CSIC que, a los efectos de nuestro estudio, se ha considerado también como un centro único.

Una información más completa, incluyendo los datos que se han usado para la elaboración del estudio, se encuentra en:

<http://biblioteca.unirioja.es/estudios/quimica.shtml>

## LA COLABORACIÓN ENTRE AUTORES: EL ÍNDICE DE COAUTORÍA

### Evolución del índice de coautoría

El índice de coautoría es el número medio de autores que firman una publicación, siendo la media en este estudio de casi cinco autores. Sin embargo, un análisis de la evolución del número de autores en la quincena que abarca nuestro estudio (Figura 1), nos indica una reducción progresiva del peso porcentual de las publicaciones firmadas por uno a cuatro autores; y, de forma inversa, un aumento considerable de las publicaciones firmadas por más de seis investigadores, debiendo destacar que las publicaciones en las que participan cuatro y cinco autores suponen algo más del 40% del total a lo largo de toda la quincena.

### Estudio del índice de coautoría por disciplinas

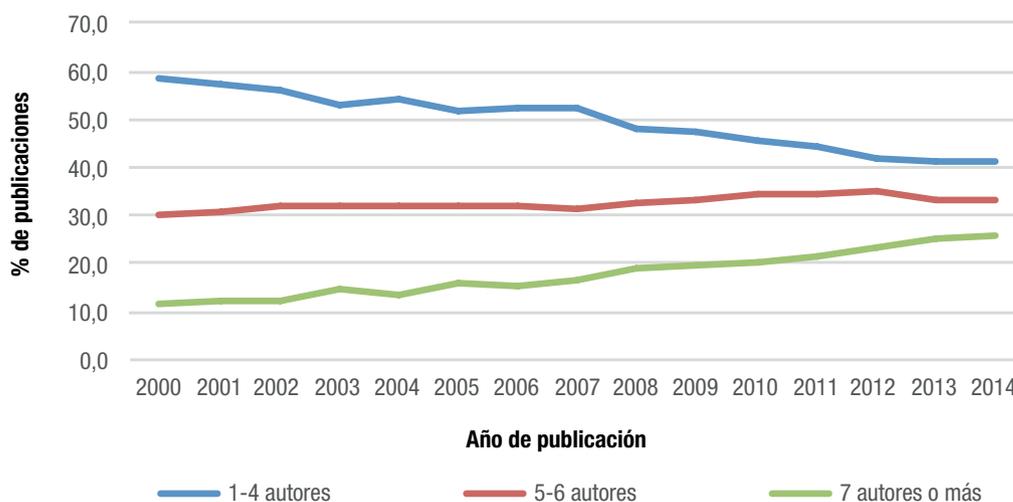
Pero el índice de coautoría de Química se ha de contrastar con otras materias, ya que la colaboración y las coautorías tiene unos valores muy distintos en cada disciplina.<sup>[3]</sup> Es algo que se puede comprobar en la Tabla 1, donde se muestra la media de autores de las publicaciones que figuran en los apartados temáticos de Scopus que tienen más de 10.000 documentos. Para evitar distorsiones producidas por publicaciones con infinidad de colaboradores, se ha optado por otorgar un valor de 10 autores a todas aquellas publicaciones que tienen más de 9 autores.

Hay que tener en cuenta que en el apartado de Química se analiza el conjunto de publicaciones que figuran en Scopus, no sólo las correspondientes a revistas que están en el JCR, y que son el objeto de nuestro estudio, indicando la media de éstas al final de la Tabla 1.

Las publicaciones de Química se encuentran en una zona intermedia, con valores similares a los de Física, Farmacología e Ingeniería. Son las publicaciones de Biomedicina las que encabezan el *ranking* del número de autores de media, mientras que las de Ciencias Sociales y Humanidades ocupan la parte inferior de la Tabla 1.

**Tabla 1.** Media de autores en las publicaciones en las principales áreas temáticas de Scopus en el período 2000-2014

Materia	Media autores
Immunology & Microbiology	5,85
Biochemistry, Genetics & Molecular Biology	5,49
Neuroscience	5,47
Medicine	5,34
Earth & Planetary Sciences	5,10
Pharmacology, Toxicology & Pharmaceuticals	5,09
Materials Science	4,94



**Figura 1.** Evolución anual de las publicaciones según el número de autores

**Tabla 1 (cont.).** Media de autores en las publicaciones en las principales áreas temáticas de Scopus en el período 2000-2014

Materia	Media autores
Physics & Astronomy	4,93
<b>Chemistry</b>	<b>4,84</b>
Agricultural & Biological Sciences	4,68
Chemical Engineering	4,67
Energy	4,54
Environmental Science	4,42
Engineering	4,25
Psychology	3,85
Computer Science	3,80
Mathematics	3,25
Business, Management & Accounting	2,74
Social Sciences	2,64
Economics, Econometrics & Finance	2,36
Arts & Humanities	2,06
<b>Química en revistas JCR</b>	<b>4,86</b>

**Tabla 2 (cont.).** Análisis del número de autores en las publicaciones de las universidades públicas y CSIC

Centro de Investigación	Media de autores por publicación	Nº de publicaciones con 1 a 4 autores	% de publicaciones con 1 a 4 autores	Nº de publicaciones con 5 a 6 autores	% de publicaciones con 5 a 6 autores	Nº de publicaciones con más de 6 autores	% de publicaciones con más de 6 autores
Extremadura	4,4	671	58,6	350	30,6	124	10,8
Girona	4,4	682	58,1	304	25,9	188	16,0
Granada	5,1	1.049	42,2	901	36,3	533	21,5
Huelva	4,7	228	52,7	142	32,8	63	14,5
Illes Balears	5,0	388	46,2	290	34,6	161	19,2
Jaén	4,9	380	49,2	258	33,4	134	17,4
Jaume I	5,1	596	41,4	536	37,2	307	21,3
La Laguna	5,5	477	38,3	431	34,6	336	27,0
La Rioja	5,1	235	44,5	173	32,8	120	22,7
Las Palmas	5,0	154	48,0	102	31,8	65	20,2
León	4,9	57	43,8	53	40,8	20	15,4
Lleida	5,1	179	45,8	138	35,3	74	18,9
Málaga	5,3	445	39,0	398	34,9	297	26,1
Mig. Hernández	5,5	104	29,4	155	43,8	95	26,8
Murcia	4,8	683	50,3	475	35,0	201	14,8
Oviedo	4,6	1.444	53,9	868	32,4	367	13,7
Pablo Olavide	5,1	100	39,7	94	37,3	58	23,0
Pais Vasco	5,2	1.182	39,2	1.125	37,3	711	23,6
Polit. Cartagena	4,7	137	48,2	94	33,1	53	18,7
Polit. Catalunya	4,9	584	46,9	436	35,0	225	18,1
Polit. Madrid	4,8	290	49,3	184	31,3	114	19,4
Polit. Valencia	4,9	1.214	48,5	842	33,6	449	17,9
Pompeu Fabra	5,7	65	34,4	63	33,3	61	32,3
Pública Navarra	5,2	131	42,0	109	34,9	72	23,1
Rey Juan Carlos	5,2	247	45,5	176	32,4	120	22,1
Rovira i Virgili	5,0	877	47,5	598	32,4	371	20,1
Salamanca	5,2	519	43,3	386	32,2	293	24,5
S. Compostela	5,0	1.700	43,4	1.425	36,4	790	20,2
Sevilla	5,0	1.099	45,3	848	34,9	480	19,8
UNED	5,3	239	38,9	230	37,4	146	23,7
Valencia	5,2	2.041	42,5	1.620	33,7	1.147	23,9
Valladolid	4,6	805	53,0	549	36,1	165	10,9
Vigo	4,7	1.185	49,4	865	36,0	350	14,6
Zaragoza	5,4	1.109	36,0	1.170	38,0	804	26,1

### El índice de coautoría en las universidades públicas y el CSIC

Haciendo el análisis a partir de los principales centros de investigación (Tabla 2), el índice de coautoría varía sensiblemente, habiendo unas medias que oscilan entre 4,2 autores en la Universidad de Córdoba y 5,7 autores en la Universidad Pompeu Fabra.

**Tabla 2.** Análisis del número de autores en las publicaciones de las universidades públicas y CSIC

Centro de Investigación	Media de autores por publicación	Nº de publicaciones con 1 a 4 autores	% de publicaciones con 1 a 4 autores	Nº de publicaciones con 5 a 6 autores	% de publicaciones con 5 a 6 autores	Nº de publicaciones con más de 6 autores	% de publicaciones con más de 6 autores
A Coruña	5,5	341	32,0	424	39,8	299	28,1
Alicante	4,3	1.171	62,7	502	26,9	195	10,4
Alcalá	5,0	529	48,1	373	33,9	198	18,0
Almería	5,0	356	41,3	365	42,3	141	16,4
Aut. Barcelona	5,4	1.069	38,4	940	33,8	772	27,8
Aut. Madrid	5,2	1.386	42,1	1.105	33,6	798	24,3
Barcelona	5,1	2.800	43,5	2.175	33,8	1.464	22,7
Burgos	4,8	343	49,9	240	34,9	105	15,3
Cádiz	5,4	354	40,2	298	33,8	229	26,0
Cantabria	5,0	134	46,2	84	29,0	72	24,8
Carlos III	4,9	103	47,9	70	32,6	42	19,5
Cast-La Mancha	5,2	619	40,4	562	36,7	352	23,0
Complutense	5,1	1.781	44,4	1.394	34,8	832	20,8
Córdoba	4,2	1.109	64,9	409	23,9	190	11,1
CSIC	5,1	7.408	44,1	5588	33,3	4.035	24,0

### LA COLABORACIÓN INTERNACIONAL

En este apartado se analiza la colaboración con investigadores de centros extranjeros, a partir de los autores que aparecen firmando los resultados, estudiando la procedencia y las características de dicha colaboración en las 31.967 publicaciones en las que existe dicha colaboración.

### Colaboración internacional por disciplinas

Al igual que se ha hecho en el primer apartado, antes de analizar las características de la colaboración internacional en las publicaciones de química, en la Tabla 3 se muestra el comportamiento que en este terreno tienen las principales disciplinas temáticas de Scopus. Estableciendo la comparación a nivel porcentual, se encuentra un primer grupo de materias (Ciencias de la Tierra, Física/Astronomía y Ciencias de los Materiales) más destacado, con unos porcentajes de colaboración internacional entre el 48 y el 63% de las publicaciones. Y a continuación figura un segundo grupo de materias, en el que se encuentra la Química, donde se aprecia un nivel de colaboración internacional similar (entre el 41 y el 43%). En el caso de las publicaciones de nuestro estudio, correspondientes a revistas del JCR, el porcentaje de colaboración es del 40,6.

**Tabla 3.** Colaboración internacional en las principales áreas temáticas de Scopus en el período 2000-2014

Materia	Publicaciones (Total)	Colaboración internacional	% colaboración internacional
Earth and Planetary Sciences	38.987	24.328	62
Physics and Astronomy	101.671	61.106	60
Materials Science	55.750	26.823	48
Neuroscience	21.220	9.100	43
Biochemistry, Genetics & Mol. Biol.	105.661	45.158	43
Mathematics	60.899	25.964	43
Agricultural and Biological Sciences	84.827	35.787	42
<b>Chemistry</b>	<b>82.516</b>	<b>34.180</b>	<b>41</b>
Immunology and Microbiology	31.296	12.570	40
Environmental Science	42.244	16.890	40
Energy	13.978	5.406	39
Chemical Engineering	31.162	11.880	38
Engineering	98.183	36.996	38
Computer Science	85.094	30.810	36
Economics, Econometrics & Finance	11.982	3.989	33
Psychology	15.925	4.973	31
Pharmacology, Toxicol. & Pharmac.	26.081	8.007	31
Business, Management and Account.	12.177	3.624	30
Medicine	223.113	57.719	26
Social Sciences	44.177	9.987	23
Arts and Humanities	20.031	3.308	17
<b>Química en Revistas JCR</b>	<b>78.671</b>	<b>31.967</b>	<b>41</b>

### Evolución de la colaboración internacional

Si se analizan las publicaciones de Química en cada anualidad del período de nuestro estudio (Tabla 4) se observa un progresivo aumento del nivel de colaboración, al igual que también sucedía con el índice de coautoría. A lo largo del período estudiado la media de colaboración se incrementa 19 puntos porcentuales, 31% al 50%.

**Tabla 4.** Evolución anual de la colaboración internacional

Año	Total publicaciones	Colaboración internacional	% colaboración internacional
2000	3.686	1.156	31
2001	3.836	1.060	28
2002	4.133	1.223	30
2003	4.157	1.562	38
2004	4.611	1.726	37
2005	4.979	1.901	38
2006	5.150	1.940	38
2007	5.515	2.035	37
2008	5.300	2.186	41
2009	5.544	2.319	42
2010	5.872	2.551	43
2011	6.269	2.894	46
2012	6.578	3.045	46
2013	6.510	3.086	47
2014	6.531	3.283	50
<b>Total</b>	<b>78.671</b>	<b>31.967</b>	<b>41</b>

### Características de la colaboración internacional

En primer lugar se analizaron las publicaciones en función del número de países distintos a los que pertenecen los autores que figuran en las publicaciones (Tabla 5). El resultado es que en casi tres cuartas partes de las publicaciones en las que hay colaboración internacional sólo participan investigadores de un único país extranjero, en el 20,5% participan investigadores de dos países, en el 4,8% hay participación de tres países, y en el 2% participan investigadores de cuatro o más países.

**Tabla 5.** Colaboración con centros extranjeros según el número de países a los que pertenecen los autores

Nº de países	Publicaciones	Porcentaje
1	23.237	72,69
2	6.557	20,51
3	1.541	4,82
Más de 3	632	1,98
<b>Total</b>	<b>31.967</b>	<b>100,00</b>

A continuación se estudió la colaboración en función de países y áreas geográficas. En el período que se ha analizado España ocupa el noveno lugar dentro de Scopus en cuanto al número de publicaciones del área de Química, detrás de Estados Unidos, China, Japón, Alemania, India, Francia, Reino Unido y Rusia, aunque la colaboración de nuestros investigadores con los de estos países es muy desigual, como queda reflejado en la Figura 2.

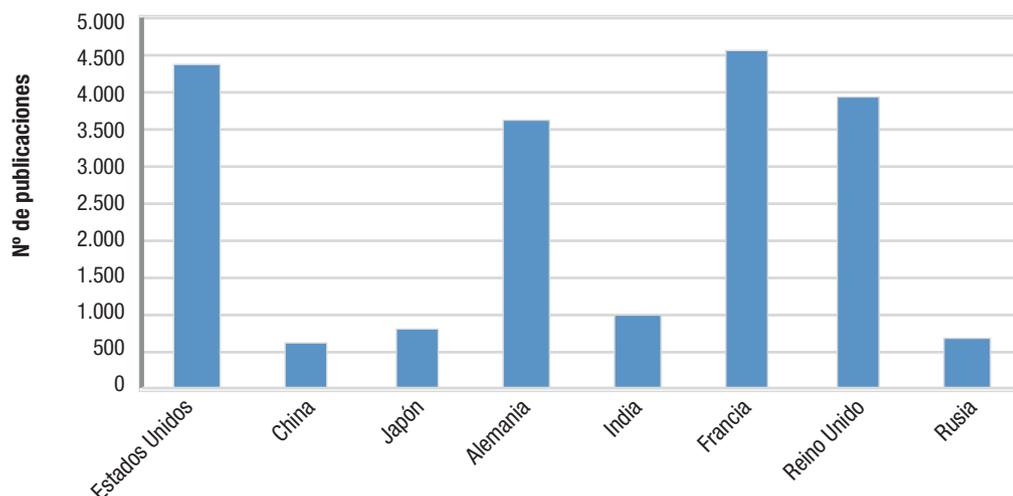


Figura 2. Colaboración española con centros extranjeros de los países con mayor número de publicaciones en el área de Química en el período 2000-2014

En la Tabla 6 se muestran las publicaciones elaboradas en colaboración con investigadores de los ocho países anteriores y con los de aquellos países con los que se ha participado en este período en más de mil publicaciones. Además del número de publicaciones, se indican la posición del país en el *ranking* internacional según los datos que aparecen en Scopus en los años del estudio, y el porcentaje que supone la colaboración con cada uno de esos países sobre el total de las publicaciones en las que hay colaboración internacional.

Se hace evidente que los químicos españoles colaboran en mayor medida con colegas de otros países culturalmente más cercanos –tanto del ámbito occidental como del ámbito iberoamericano– que con los de los países asiáticos emergentes, pese a figurar éstos en una posición relevante en el *ranking* mundial de publicaciones químicas.

Tabla 6. Publicaciones de investigadores españoles en colaboración con investigadores de otros países

Ranking internac. Scopus	Países	Publicaciones	% sobre publicaciones con coop. internac.
6	Francia	4.566	14,3
1	EE. UU.	4.340	13,6
7	Reino Unido	3.929	12,3
4	Alemania	3.641	11,4
11	Italia	3.509	11,0
24	Portugal	2.022	6,3
37	Argentina	1.315	4,1
19	Holanda	1.253	3,9
29	México	1.210	3,8
14	Brasil	1.057	3,3
22	Bélgica	1.017	3,2
5	India	976	3,1
3	Japón	777	2,4
8	Rusia	685	2,1
2	China	614	1,9

En la Figura 3 se puede apreciar de manera gráfica la distribución regional de la colaboración internacional en las publicaciones de nuestros químicos y el grado de colaboración, en términos porcentuales, con investigadores pertenecientes a distintas áreas geográficas, siendo los países de la Unión Europea los que tienen mayor peso en esta colaboración, seguidos a mucha distancia por los países hispanoamericanos y los de América del Norte.

#### La colaboración internacional en las universidades públicas y el CSIC

Se ha analizado también el grado de colaboración que hay en las publicaciones de cada una de las universidades públicas y en el CSIC (Tabla 7), indicando los porcentajes de colaboración con investigadores extranjeros y la posición porcentual que ocupa cada institución en este tipo de cooperación.

En la Tabla 8 se muestra la colaboración internacional de cada una de las universidades públicas y el CSIC en este período, analizando la procedencia de la misma, a partir de las cuatro áreas geográficas con las que hay un mayor nivel de colaboración. Se establecen además los valores porcentuales de esta colaboración en relación al total de publicaciones en las que hay colaboración internacional, y se destacan en cada caso las dos instituciones en las que el porcentaje es más elevado.

Limitándonos a las publicaciones de estos centros de investigación, por áreas geográficas, en más del 64% de aquellas en las que hay colaboración internacional, aparecen implicados investigadores de algún país de la Unión Europea, aunque en algunos centros como las universidades de Murcia y Pablo Olavide se supera el 80%. La colaboración con Iberoamérica supone un 18%, con algún caso excepcional, como Jaén o La Laguna, en las que se acercan al 40%. La colaboración con Norteamérica, fundamentalmente con Estados Unidos, se cifra en torno al 15%, siendo considerablemente mayor en universidades como Huelva y La Rioja. Finalmente, la colaboración con el Sureste asiático supone algo menos del 10%, destacando porcentualmente la universidad Miguel Hernández.

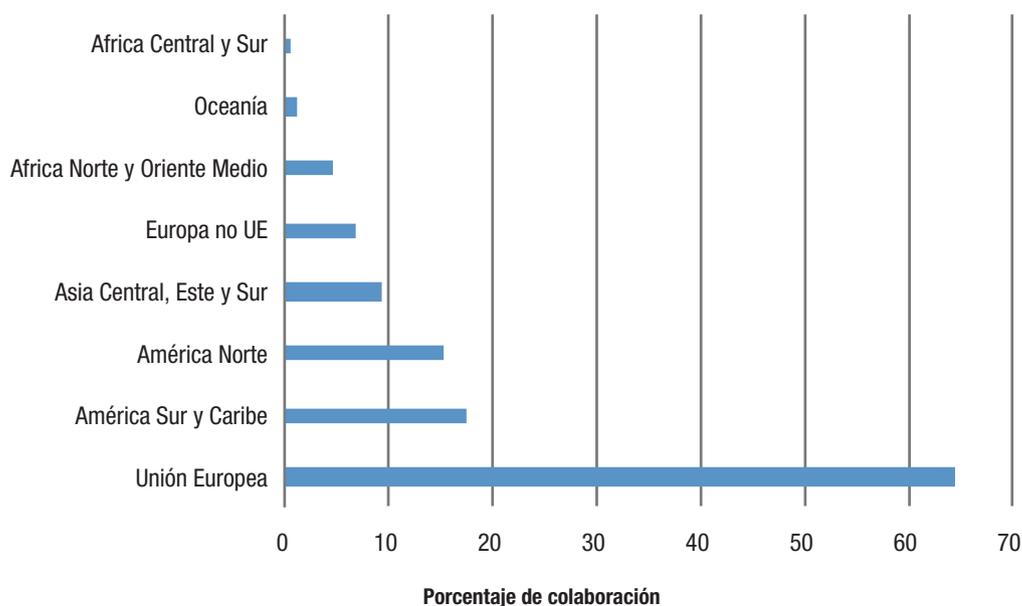


Figura 3. Porcentaje de la colaboración con centros extranjeros según áreas geográfica

Tabla 7. Colaboración internacional en las publicaciones de las universidades públicas y el CSIC

Centro de investigación	Total Publicaciones	Colaboración internacional	Porcentaje
A Coruña	1.064	316	29,7
Alicante	1.868	615	32,9
Alcalá	1.100	363	33,0
Almería	862	258	29,9
Aut. Barcelona	2.781	1.260	45,3
Aut. Madrid	3.289	1.367	41,6
Barcelona	6.439	2.937	45,6
Burgos	688	231	33,6
Cádiz	881	365	41,4
Cantabria	290	121	41,7
Carlos III	215	89	41,4
Cast-La Mancha	1.533	426	27,8
Complutense	4.007	1.410	35,2
Córdoba	1.708	430	25,2
CSIC	17.031	7.370	43,3
Extremadura	1.145	324	28,3
Girona	1.174	585	49,8
Granada	2.483	896	36,1
Huelva	433	148	34,2
Illes Balears	839	406	48,4
Jaén	772	303	39,2
Jaume I	1.439	677	47,0
La Laguna	1.244	582	46,8
La Rioja	528	110	20,8

Centro de investigación	Total Publicaciones	Colaboración internacional	Porcentaje
Las Palmas	321	91	28,3
León	130	35	26,9
Lleida	391	122	31,2
Málaga	1.140	438	38,4
Mig. Hernández	354	104	29,4
Murcia	1.359	359	26,4
Oviedo	2.679	729	27,2
Pablo Olavide	252	128	50,8
País Vasco	3.018	1.110	36,8
Polit. Cartagena	284	92	32,4
Polit. Catalunya	1.245	535	43,0
Polit. Madrid	588	178	30,3
Polit. Valencia	2.505	845	33,7
Pompeu Fabra	189	86	45,5
Pública Navarra	312	95	30,4
Rey Juan Carlos	543	167	30,8
Rovira i Virgili	1.846	787	42,6
Salamanca	1.198	421	35,1
S. Compostela	3.915	1.503	38,4
Sevilla	2.427	869	35,8
UNED	615	214	34,8
Valencia	4.808	2.078	43,2
Valladolid	1.519	497	32,7
Vigo	2.400	864	36,0
Zaragoza	3.083	1.249	40,5

**Tabla 8.** Colaboración de universidades públicas y CSIC con centros extranjeros de las áreas geográficas con mayor peso en la cooperación con España

Centros de investigación	Unión Europea		Iberoamérica		América del Norte		Sureste asiático	
		%		%		%		%
A Coruña	228	72,2	48	15,2	25	7,9	34	10,8
Alicante	329	53,5	158	25,7	86	14,0	67	10,9
Alcalá	237	65,3	51	14,0	68	18,7	26	7,2
Almería	137	53,1	58	22,5	36	14,0	11	4,3
Aut. Barcelona	849	67,4	198	15,7	203	16,1	77	6,1
Aut. Madrid	878	64,2	246	18,0	281	20,6	80	5,9
Barcelona	1.880	64,0	352	12,0	522	17,8	495	16,9
Burgos	164	71,0	20	8,7	31	13,4	10	4,3
Cádiz	189	51,8	95	26,0	42	11,5	33	9,0
Cantabria	84	69,4	10	8,3	16	13,2	21	17,4
Carlos III	57	64,0	18	20,2	13	14,6	12	13,5
Cast-La Mancha	274	64,3	86	20,2	52	12,2	39	9,2
Complu.	899	63,8	251	17,8	269	19,1	141	10,0
Córdoba	298	69,3	64	14,9	24	5,6	46	10,7
CSIC	4.772	64,7	1.324	18,0	1.148	15,6	541	7,3
Extrema.	209	64,5	61	18,8	44	13,6	20	6,2
Girona	427	73,0	39	6,7	110	18,8	25	4,3
Granada	587	65,5	132	14,7	66	7,4	70	7,8
Huelva	78	52,7	33	22,3	47	31,8	7	4,7
Illes Balears	279	68,7	52	12,8	22	5,4	87	21,4
Jaén	150	49,5	119	39,3	19	6,3		0,0
Jaume I	362	53,5	154	22,7	68	10,0	72	10,6
La Laguna	307	52,7	226	38,8	45	7,7	24	4,1
La Rioja	76	69,1	6	5,5	30	27,3	5	4,5
Las Palmas	54	59,3	20	22,0	9	9,9		0,0
León	24	68,6	7	20,0	4	11,4		0,0
Lleida	63	51,6	33	27,0	28	23,0	9	7,4
Málaga	255	58,2	55	12,6	113	25,8	54	12,3
Mig. Hernández	56	53,8	16	15,4	17	16,3	26	25,0
Murcia	301	83,8	14	3,9	15	4,2	28	7,8
Oviedo	407	55,8	132	18,1	152	20,9	45	6,2
Pablo Olavide	107	83,6	16	12,5	18	14,1	6	4,7
País Vasco	698	62,9	202	18,2	183	16,5	114	10,3
Polit. Cartagena	46	50,0	16	17,4	19	20,7	20	21,7
Polit. Catalunya	324	60,6	84	15,7	99	18,5	27	5,0
Polit. Madrid	105	59,0	32	18,0	32	18,0	20	11,2
Polit. Valencia	535	63,3	132	15,6	151	17,9	75	8,9
Pompeu Fabra	65	75,6	9	10,5	8	9,3	7	8,1
Pública Navarra	34	35,8	26	27,4	9	9,5	14	14,7
Rey Juan Carlos	129	77,2	13	7,8	15	9,0	14	8,4
Rovira i Virgili	558	70,9	84	10,7	110	14,0	28	3,6
Salamanca	270	64,1	122	29,0	29	6,9	27	6,4
S. Compostela	924	61,5	380	25,3	264	17,6	158	10,5
Sevilla	590	67,9	178	20,5	109	12,5	46	5,3
UNED	138	64,5	30	14,0	21	9,8	26	12,1
Valencia	1.364	65,6	424	20,4	259	12,5	204	9,8
Valladolid	333	67,0	109	21,9	68	13,7	26	5,2
Vigo	652	75,5	113	13,1	101	11,7	41	4,7
Zaragoza	879	70,4	162	13,0	217	17,4	108	8,6

## COLABORACIÓN, ANÁLISIS DE CITAS E IMPACTO DE LAS PUBLICACIONES

En este apartado se analiza la posible relación existente entre colaboración e impacto de las publicaciones, a partir del número de citas recibidas por éstas, y se ha establecido una relación entre el factor de impacto de las revistas en las que se han publicado las investigaciones y la colaboración internacional en dichas publicaciones.

Cada día está más aceptado por la comunidad investigadora el hecho de que la colaboración científica tiene una incidencia positiva en el impacto que se obtiene,<sup>[4]</sup> al menos si se analiza un conjunto amplio de publicaciones, como pueden ser el de un país. Y parece que hay una relación entre las instituciones que tienen más impacto en el conjunto de sus publicaciones y el nivel de colaboración que hay en las mismas.<sup>[5]</sup>

Nuestro estudio se basa en el análisis del número de citas que recibe cada publicación en Scopus, algo que puede ser considerado un factor objetivo a la hora de hacer una valoración cualitativa de las publicaciones. A diferencia de otros análisis cualitativos, el de las citas se centra únicamente en el documento individual, y nos sirve para valorar un dato correspondiente a una investigación concreta, con independencia del factor de impacto de la revista en la que se haya publicado. No obstante se debe tener en cuenta que el número de citas que ha recibido cada publicación es una foto fija del momento en el que se hace la recogida de datos (septiembre de 2015), y que otras bases de datos de referencia como WOS presentaban en ese momento datos de citas distintos para las mismas publicaciones.

Para hacer el estudio se han establecido 5 rangos de publicaciones, en función del número de citas recibidas por éstas: 1-3 citas, 4-9 citas, 10-24 citas, 25-49 citas y más de 49 citas. Además se ha añadido un sexto rango para las publicaciones que, en septiembre de 2015, no habían recibido ninguna cita, debiendo tener en cuenta que 2.208 de los trabajos que carecen de citas están publicados en el año 2014, y muchos de ellos han podido incluirse en Scopus poco antes de la recogida de datos.

El estudio se ha enfocado en los dos aspectos que analizados con anterioridad, es decir, la posible relación del impacto de las publicaciones con el índice de coautoría y con la colaboración con investigadores afincados en centros de otros países.

### Relación entre índice de coautoría e impacto de las publicaciones

Para analizar esta relación se ha establecido un peso porcentual de las publicaciones sin citas sobre el total de publicaciones, y de los diversos rangos de citas sobre el total de publicaciones que han recibido alguna cita.

Tal y como se aprecia en la Tabla 9, el estudio simultáneo de las publicaciones por rangos de autoría y de citas no permite deducir la existencia de una relación clara y directa entre ambos factores, ya que a medida que aumenta el número de autores en las publicaciones no siempre se produce, de forma paralela, un aumento del número de citas.

**Tabla 9.** Relación entre número de autores de las publicaciones y número de citas recibidas

Núm. de autores	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6	%	7_9	%	>9	%
Total publicac.	1.369		5.308		13.655		17.946		15.188		10.587		11.850		2.768	
Publicac. sin citas	226	16,5	411	7,7	625	4,6	850	4,7	717	4,7	469	4,4	507	4,3	98	3,5
Publicac. con citas	1.143	83,5	4.897	92,3	13.030	95,4	17.096	95,3	14.471	95,3	10.118	95,6	11.343	95,7	2.670	96,5
1 -3 citas	288	25,2	793	16,2	2.008	15,4	2.614	15,3	2.230	15,4	1.525	15,1	1.692	14,9	351	13,1
4-9 citas	286	25,0	1.186	24,2	3.136	24,1	4.148	24,3	3.620	25,0	2.575	25,4	2.867	25,3	625	23,4
10-24 citas	282	24,7	1.501	30,7	4.162	31,9	5.588	32,7	4.858	33,6	3.376	33,4	3.597	31,7	842	31,5
25-49 citas	146	12,8	745	15,2	2.320	17,8	3.067	17,9	2.416	16,7	1.726	17,1	2.080	18,3	508	19,0
50 o más citas	141	12,3	672	13,7	1.404	10,8	1.679	9,8	1.347	9,3	916	9,1	1.107	9,8	344	12,9

**Tabla 10.** Media de citas recibidas según el número de autores de las publicaciones

Número de autores	1	2	3	4	5	6	7_9	>9	Total
Total citas recibidas	31.219	145.500	324.123	384.548	311.789	215.774	254.602	66.968	1.734.523
Media citas publicac.	22,8	27,4	23,7	21,4	20,5	20,4	21,5	24,2	22,0
Media citas publicac. citadas	27,3	29,7	24,9	22,5	21,5	21,3	22,4	25,1	23,2

Tampoco hay muchas diferencias porcentuales si lo que se analiza es la media del número de citas según el número de autores que firman una publicación, tal y como se observa en la Tabla 10.

### Relación entre colaboración nacional e internacional e impacto de las publicaciones

Para establecer este análisis, se han diferenciado las publicaciones en las que hay colaboración internacional y las que no la tienen. En la Tabla 11, donde se vuelven a usar los mismos rangos de números de citas, no se aprecia una relación clara entre citas recibidas y colaboración internacional, ya que los pesos porcentuales en cada uno de los rangos de citas establecidos apenas muestran un punto de diferencia entre las publicaciones escritas sin colaboración internacional y las que han sido objeto de ésta.

Tampoco hay apenas diferencias porcentuales si se analiza la media del número de citas, tal y como puede apreciarse en la Tabla 12.

No obstante las cifras medias ocultan realidades que se observan haciendo análisis más concretos. Y en el caso de las publicaciones en las que han participado investigadores extranjeros, se encuentran diferencias considerables dependiendo del área geográfica o del país con el que se colabora.

**Tabla 11.** Análisis de citas de las publicaciones elaboradas con y sin colaboración internacional

	Public. sin colab. internacional	%	Public. con colab. internacional	%
Total artículos	46.704		31.967	
Artículos sin citas	2.377	5,1	1.526	4,8
1 -3 citas	6.766	14,5	4.735	14,8
4-9 citas	10.888	23,3	7.555	23,6
10-24 citas	14.589	31,2	9.617	30,1
25-49 citas	7.722	16,5	5.286	16,5
50 o más citas	4.362	9,3	3.248	10,2

**Tabla 12.** Media de citas recibidas por las publicaciones elaboradas con y sin colaboración internacional

	Public. sin colab. internacional	Public. con colab. internacional	Total
Total citas recibidas	1.008.847	725.676	1.734.523
Media citas publicac.	21,6	22,7	22,0
Media citas publicac. citadas	22,8	23,8	23,2

En la Tabla 13 se seleccionaron solamente las dos áreas geográficas con mayor número de publicaciones en colaboración, los países con los que se ha participado en más de 1.000 publicaciones en el período estudiado, y los países que tienen un volumen de publicaciones en Química superior al que tiene España. Por áreas geográficas se observa un contraste importante entre Iberoamérica y la Unión Europea, con casi seis puntos porcentuales de diferencia. Pero profundizando a nivel de país, el contraste aún es mayor, de manera que el mejor promedio se alcanza en el caso de las publicaciones con participación de investigadores de Estados Unidos, seguido de Holanda, Japón, Alemania y Reino Unido; y el promedio más bajo se produce en publicaciones en las que se ha colaborado con países de América del Sur y con Portugal.

**Tabla 13.** Media de citas recibidas en publicaciones con colaboración internacional, en las áreas geográficas y países con mayor nivel de participación

	Publicaciones	Publicaciones con citas	Total citas recibidas	Media citas por publicación	Media citas publicac citadas
Total	78.671	74.768	1.734.523	22,0	23,2
Public. colab. internacional	31.967	30.441	725.676	22,7	23,8
Unión Europea	20.659	19.785	476.915	23,1	24,1
América Sur y Caribe	5.573	5.220	96.932	17,4	18,6
Francia	4.566	4.372	110.322	24,2	25,2
Estados Unidos	4.340	4.182	133.414	30,7	31,9
Reino Unido	3.929	3.744	97.108	24,7	25,9
Alemania	3.641	3.504	95.562	26,2	27,3
Italia	3.509	3.358	79.692	22,7	23,7
Portugal	2.022	1.930	37.455	18,5	19,4
Argentina	1.315	1.250	24.439	18,6	19,6
Holanda	1.253	1.203	35.939	28,7	29,9
México	1.210	1.127	20.651	17,1	18,3
Brasil	1.057	989	18.639	17,6	18,8
Bélgica	1.017	962	21.441	21,1	22,3
India	976	918	19.696	20,2	21,5
Japón	777	744	21.396	27,5	28,8
Rusia	685	651	13.180	19,2	20,2
China	614	589	16.083	26,2	27,3

### Relación entre colaboración internacional y factor de impacto de las revistas

Para estudiar esta relación, se correlacionó cada trabajo de investigación con el factor de impacto que tenía la revista el año en el que se publicó dicho trabajo, excluyendo 2.551 publicaciones (un 3% del total) en las que la revista carecía de factor de impacto el año de su edición. Y una vez hecho esto, se establecieron cinco tramos con valores descendentes del factor de impacto y se analizó la presencia porcentual que tiene la colaboración internacional en cada uno de esos tramos. (Tabla 14). A partir de estos da-

tos, se puede concluir que a medida que las revistas en las que se publican los trabajos tienen un factor de impacto más elevado hay un mayor grado de colaboración con investigadores de otros países.

**Tabla 14.** Relación entre Factor de Impacto de las revistas y la cooperación internacional

FI Revista	Publicaciones	Public. coop. internac.	% coop. intern.
>10	2.169	1.239	57,1
5 a 9,99	8.450	4.198	49,7
3 a 4,99	24.603	10.425	42,4
1 a 2,99	35.287	13.109	37,1
<1	5.611	1.897	33,8

### CONCLUSIONES

El estudio pone de manifiesto que las publicaciones de las diferentes disciplinas establecidas por Scopus, presentan un comportamiento muy diferente tanto en lo que se refiere al índice de coautoría como al índice de colaboración internacional. Esto implica que las afirmaciones referidas a una disciplina en concreto, la Química en el caso de nuestro estudio, no pueden ser extrapolables a otras materias ni al conjunto de las publicaciones. Existe una clara tendencia al incremento progresivo, a lo largo del período temporal analizado, del índice de coautoría de las publicaciones, y también del porcentaje de publicaciones escritas en colaboración con otros centros de investigación extranjeros.

En el terreno de la colaboración con investigadores de otras instituciones hay una tendencia a cooperar, a nivel nacional, con centros de investigación geográficamente próximos; y en el caso de la colaboración internacional, con centros de países próximos desde el punto de vista geográfico y cultural. Dos aspectos que guardan una relación evidente son la colaboración internacional y el factor de impacto de las revistas en las que se publican los trabajos de investigación, de manera que a medida que éstas tienen un factor de impacto más elevado, se observa un mayor grado de colaboración con investigadores de otros países. Es pues evidente que la colaboración internacional conlleva una mayor impacto de las revistas en donde se publican los trabajos desarrollados por equipos españoles lo que se traduce en una mayor visibilidad de la Química española.

### REFERENCIAS

- [1] <https://jcr.incites.thomsonreuters.com>
- [2] J. C. Valderrama-Zurián, R. Aguilar-Moya, D. Melero-Fuentes, R. Aleixandre-Benavent, *J. Informetr.* **2015**, *9*, 570-576.
- [3] B. S. Lancho-Barrantes, V. P. Guerrero-Bote, F. Moya-Anegón, *Scientometrics* **2010**, *85*, 443-461.
- [4] V. P. Guerrero Bote, C. Olmeda-Gómez, F. de Moya-Anegón, *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.* **2013**, *64*, 392-404.
- [5] A. Gazni, C. R. Sugimoto, F. Didegah, *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.* **2012**, *63*, 323-335.