

## Características e impacto de la producción científica en colaboración entre Argentina y España

Daniela De Filippo , Rodolfo Barrere  e Isabel Gómez \*

El presente artículo se centra en el estudio de la producción científica de carácter internacional realizada en colaboración entre Argentina y España durante el período 2000-2007. El estudio se ha focalizado en tres aspectos principales: la importancia que la colaboración tiene para cada uno de los dos países, las principales características de la colaboración y el impacto que esta cooperación produce sobre la actividad de cada país. En este último punto se intenta determinar si al colaborar se mejora la calidad o visibilidad de las publicaciones. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la colaboración con España tiene un efecto positivo para Argentina (representa el 7% de total de publicaciones) y algo más discreto para España. Si bien la producción conjunta mejora la visibilidad e impacto para ambos países, es en el área de matemáticas donde los beneficios mutuos son más destacados. En este campo existen instituciones de referencia que actúan como motores de una red de centros cuya interacción pone en evidencia la fortaleza de la cooperación en esta área.

179

**Palabras clave:** cooperación internacional, producción científica, Argentina-España

*This paper focuses on the study of international scientific production in collaboration between Argentina and Spain in the period 2000-2007. The study was focused on three main issues: the importance of collaboration for each country, the main features of the collaboration, and the impact of this cooperation on the activity of each country. Regarding the latter point, we try to determine if collaboration yields increased quality and visibility of publications. The results show that the cooperation with Spain has a positive effect on Argentina (representing 7% of total publications) and a more discreet one in Spain. While the joint production improves visibility and impact for both countries, is in the area of mathematics where mutual benefits are outstanding. In this field there are referral institutions that act as drivers of a network of interaction which demonstrates the strength of cooperation in this area.*

**Key words:** international cooperation, scientific production, Argentina-Spain

\* Daniela De Filippo fue miembro del Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT-CSIC), España y trabaja actualmente en el Centre for Organizational Research (CORE) de la Università Della Svizzera Italiana, Lugano, Suiza. Rodolfo Barrere se desempeña en el Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior - REDES, Argentina. Isabel Gómez miembro del Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT-CSIC), España. Correo electrónico de contacto: danieladefilippo@yahoo.com

## 1. Introducción

La colaboración internacional es actualmente una de las características centrales de la actividad científica y pone de manifiesto la importancia de la interdisciplinariedad y el intercambio formal e informal de conocimiento entre los miembros de la comunidad científica.

La creciente colaboración refleja el carácter cada vez más internacional de la actividad científica originado por factores diversos como la necesidad de complementar capacidades para abordar ciertos temas e investigaciones específicas y compartir grandes equipos, los avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones, la disponibilidad y facilidad para la movilidad, el reconocimiento por parte de los investigadores, instituciones y empresas de la eficacia y eficiencia de la colaboración para la mejora de la calidad, la aceleración de la innovación y la competitividad (Sebastián, 2004). La apertura hacia la colaboración internacional está fuertemente vinculada con el idioma, la proximidad geográfica, la excelencia científica del país, las facilidades ofrecidas para desarrollar la investigación e incluso está vinculada con razones políticas (Frame y Carpenter, 1979).

Otro de los factores que fomentan y promueven la cooperación es la mayor visibilidad que adquieren las publicaciones realizadas en colaboración internacional. Autores como Lewison (1991) o Narin y Whitlow (1991) plantean que este tipo de publicaciones son más citadas. Por su parte, Bridgstock (1991) destaca que existe una relación positiva entre el número de autores por documento y la cantidad de citas recibidas. Estudios más recientes han detectado que si la colaboración se establece entre instituciones de un mismo país se obtienen proporcionalmente menos citas, independientemente del número de autores del documento (Goldfinch et al., 2003). En este mismo sentido, otros autores (Van Raan, 1998; Gómez et al., 1999) consideran que la colaboración internacional favorece la visibilidad de los documentos, al tener una mayor audiencia y publicarse en revistas de mayor impacto que los trabajos realizados en colaboración nacional. Asimismo, los diferentes autores pueden dar a conocer sus trabajos a través de diversas vías, con lo que las posibilidades de difusión y citación se incrementan (Katz y Martin, 1997). Entre los numerosos factores que influyen en la citación hay que destacar también la internacionalización de las disciplinas o -como explica Van Raan (2006)- el tamaño de los grupos de investigación, que parece estar muy vinculado con el impacto originado.

A la hora de analizar la colaboración internacional es importante también considerar el contexto en el que esa colaboración se produce. Al respecto, autores como Kim y otros (2006) explican que puede haber diferentes tipos de colaboración: por un lado la "simétrica", en la que participan países con un grado de desarrollo científico y técnico similar y en la cual la aportación de cada investigador o institución es parecida, y la "asimétrica". En un sentido similar, Glänzel y Schubert (2001) señalan que, si bien en términos generales la colaboración internacional suele aportar beneficios, éstos no se distribuyen de la misma manera entre los países colaboradores, por lo que sugieren la existencia de centros "atractivos" de colaboración -que aumentan la visibilidad- y otros "no atractivos", que disminuyen la visibilidad. Al discutir la relación entre la colaboración, el impacto y la visibilidad, es interesante analizar trabajos como el de Wagner (2005) en el que pone de manifiesto

que los beneficios de la colaboración internacional suelen diferir notablemente en cada área científica, obedeciendo a las particularidades propias de la producción en cada una y que también afectan a la colaboración.

A pesar de los evidentes beneficios que parece aportar la colaboración internacional, es importante tener en cuenta las consideraciones realizadas por los autores mencionados ya que, si bien la cooperación multinacional en áreas de Big Science (como la Física) es cada vez más frecuente, es evidente que la aportación de los distintos países no es homogénea. Por esto, la participación en grandes redes no siempre puede ser considerada como un indicador del grado de desarrollo de una institución o país, ya que puede estar colaborando de manera “asimétrica” con grupos de mayor desarrollo para complementar sus capacidades. Es por esto que la medición de la aportación de un país o centro a la colaboración internacional no resulta fácil de analizar. Para superar estas limitaciones, en este trabajo proponemos el estudio de la colaboración internacional “bilateral” (entre dos países) ya que permite definir con mayor precisión cual es la aportación real de cada parte. Para ello es necesario conocer las principales características de la producción de cada uno de los países o centros involucrados, definir sus patrones de producción y colaboración y analizar el impacto que la colaboración produce sobre su contraparte en cada campo científico. De esta forma se podrán conocer las fortalezas reales en la cooperación.

A partir de esta propuesta, en este estudio se analiza la producción científica de carácter internacional realizada en colaboración entre Argentina y España durante el periodo 2000-2007. Los objetivos principales son, por un lado, conocer las características de esta colaboración, detectar en qué áreas concretas se concentra y, por otra parte, analizar el peso de la colaboración bilateral para detectar cuales son los puntos fuertes de la aportación de cada uno de los dos países.

181

## 2. Fuentes y metodología

Como fuente se ha utilizado la base de datos internacional Web of Science (WoS) de Thomson-Reuters. A pesar del intenso debate que genera la utilización de esta fuente -debido a su conocido sesgo temático, idiomático y a la infrarrepresentación de las publicaciones de países de habla no inglesa- se ha decidido usarla ya que ofrece una serie de ventajas sobre otras. En primer lugar, al incluir información sobre todos los autores y centros firmantes de los documentos, resulta muy adecuada para estudios de colaboración y, además, permite medir el impacto de las publicaciones a través de las citas recibidas. En el caso de España, se ha podido comprobar que alrededor de un 65% de la producción del país se difunde por esta vía, frente a un 35% restante que se recoge en bases de datos nacionales. Estos porcentajes, sin embargo, varían notablemente en cada campo científico llegando al 70% en Ciencias Médicas y hasta el 80% en Ciencia y Tecnología, frente a sólo un 16% en Humanidades y Sociales (CINDOC, 2007).

La obtención de resultados se realizó a partir de la descarga del total de documentos de Argentina y España (separadamente), recogiendo las direcciones en las que hubiera al menos un centro de estos países en el campo Address. Para el análisis de la colaboración se han seleccionado aquellos documentos firmados

simultáneamente por centros de ambos países en el período 2000-2007.

Para conocer en detalle la producción de las diferentes instituciones ha sido necesario normalizar la información relativa a los centros de trabajo. En el caso español esto se ha realizado a través de una codificación semiautomática de cada una de las instituciones firmantes de los trabajos, mediante la asignación de un código alfanumérico (Fernández et al., 1993). En el caso argentino, se ha utilizado una metodología de características similares, desarrollada por el CAICYT-CONICET (Barrere et al., 2008). A través de esta metodología han podido identificarse localidades geográficas, sectores institucionales y centros de investigación.

La clasificación de los documentos según el sector institucional de los autores firmantes, se ha realizado partiendo de los criterios propuestos por el Manual de Frascati que distingue entre centros pertenecientes a la Universidad, Administración, Empresas o Instituciones sin ánimo de lucro. En el presente estudio, debido al fuerte peso de los Organismos Públicos de investigación -especialmente el CSIC de España y el CONICET de Argentina- sus datos se han tratado por separado, independizándolos de la administración. Se ha considerado también separadamente la producción correspondiente al Sector Sanitario ya que los centros hospitalarios pueden estar adscritos a los cuatro sectores institucionales pero, desde el punto de vista bibliométrico, interesa estudiar su comportamiento en conjunto.

Una vez tratados los documentos, a través de bases de datos relacionales y aplicando programas informáticos desarrollados en el IEDCYT, se han obtenido los siguientes indicadores:

182

- *Indicadores de actividad*: se ofrece información sobre el número de publicaciones, tipología documental e idioma de los documentos. Se incluye también un análisis de la producción por área temática y disciplina siguiendo los criterios del WoS para la asignación de las revistas en disciplinas, que a su vez se han agregado en 10 grandes áreas temáticas. Se emplea como medida de especialización el Índice de Actividad (IA), que permite calcular la distribución porcentual de la producción en colaboración entre Argentina y España por área temática, frente a la distribución en cada uno de los dos países. Los valores superiores a 1 en un área determinada indican mayor especialización de lo esperado.

- *Indicadores de impacto*: se ha obtenido el factor de impacto (FI) de las revistas de publicación en cada disciplina para el año 2005 independientemente del año de publicación del documento. La validez del FI como indicador de visibilidad es un hecho ampliamente aceptado pero hay que recordar que existen notables variaciones entre disciplinas. Dado que el Factor de Impacto puede verse afectado por factores como el ritmo de crecimiento, el tamaño de la comunidad científica o sus hábitos de publicación (ver Moed et al., 2002), es importante ser cuidadoso a la hora de realizar interpretaciones. Se presentan valores de FI medio en las disciplinas como indicador de impacto esperado aunque, es recomendable no realizar comparaciones entre disciplinas sin una previa normalización (por ejemplo, en cuartiles). El WoS permite obtener también el número de citas recibidas por cada publicación, por lo que se han incluido los indicadores: número de citas por documento y porcentaje de documentos sin citas. Para analizar el impacto de la colaboración sobre la producción de cada uno

de los dos países estudiados, se han incluido indicadores relativos de impacto por área temática: factor de impacto relativo (FIR) calculado como ratio entre el FI medio de la producción en colaboración Argentina-España y la producción de cada uno de los dos países; citas por documento relativo (relat. citas/doc) también obtenido como ratio entre las citas de la colaboración frente a las obtenidas por la producción de cada país, y porcentaje de documentos sin citas relativo (% relat. doc sin citas). En este último caso el cálculo es inverso para que todos los indicadores superiores a 1 reflejen los valores más destacados.

- *Indicadores de colaboración:* para cada país se ha obtenido su patrón de colaboración (nacional, internacional, sin colaboración). Se analizan también las redes formadas por Argentina, España y terceros países en cada área temática. En el área de mayor impacto de la colaboración se ha descendido a nivel de centros y se presenta una visualización de las relaciones que se establecen usando el programa NetDraw.

### 3. Resultados

#### 3.1. Importancia de la colaboración para Argentina y para España

La producción en colaboración AR-ES entre 2000 y 2007 ha sido de 3230 documentos. Representa casi un 7% de la producción de Argentina y un 1% de la de España, y entre 2000 y 2006 ha tenido un incremento mayor a la producción total de cada uno de los dos países (61,5% frente al 21% de Argentina y al 55% de España) (tabla 1).

183

**Tabla 1. Evolución de la producción y colaboración de Argentina y España**

Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	Incremento 2000-06
Total España	26490	27722	29969	31304	34373	37135	41139	37141	265273	55,30
Total Argentina	5330	5469	5744	5818	5826	5957	6471	5679	46294	21,41
Total AR-ES	304	349	346	392	455	466	491	427	3230	61,51
% colab AR-ES para España	1,15	1,26	1,15	1,25	1,32	1,25	1,19	1,15	1,22	0,04
% colab AR-ES para Argentina	5,70	6,38	6,02	6,74	7,81	7,82	7,59	7,52	6,98	1,88

Considerando el total de la producción de España durante el período 2000-2007 (265.273 documentos), un 62% de los documentos ha sido elaborado en colaboración entre varios centros y, del total de documentos, casi un 35% se ha realizado con centros extranjeros.

Teniendo en cuenta únicamente la colaboración internacional de España, casi las dos terceras partes corresponden a publicaciones con otros países de la Unión Europea. Por el número de documentos conjuntos, la colaboración con Latinoamérica representa un 14% de la colaboración internacional y ha pasado del 13,5% en el año 2000 al 14,8% en 2006. La colaboración con Argentina representa casi una cuarta parte de la producción con Latinoamérica (tabla 2).

**Tabla 2. Colaboración internacional de España por zona geográfica**

Colab. Internac. de ESPAÑA por zona	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%	Incremento 2000-06
Unión Europea (UE-27)	5053	5575	6248	6649	7640	8494	9668	9048	58375	63,71	91,33
América del Norte	2638	2626	2948	3232	3638	3967	4431	4111	27591	30,11	67,97
Latinoamérica	1116	1331	1406	1556	1721	1910	2222	1942	13204	14,41	99,10
Otros países	828	889	1024	1155	1396	1642	1853	1858	10645	11,62	123,79
Resto de EU y Asia Occidental	802	869	962	1087	1291	1399	1604	1451	9465	10,33	100,00
Total colab internacional	8273	8952	9898	10635	11898	13175	14994	13806	91631	100,00	81,24
<b>ESPAÑA</b>											
% colaboración Latinoam / total colab internacional	13,49	14,87	14,20	14,63	14,46	14,50	14,82	14,07	14,41		1,33
% colaboración Argentina / total colab Latinoam.	27,24	26,22	24,61	25,19	26,44	24,4	22,1	21,99	24,46		-5,14
% colab. con AR/ total colab internac	3,67	3,90	3,50	3,69	3,82	3,54	3,27	3,09	3,53		-0,40

A nivel de países, España colabora principalmente con Estados Unidos, Reino Unido y Francia. Argentina se encuentra en el puesto 12 y es el primer país colaborador de Latinoamérica, seguido muy de cerca por México. Si bien la colaboración con Latinoamérica ha aumentado levemente en el período de estudio y también ha crecido el número absoluto de documentos en colaboración con Argentina, la proporción que estos valores representan sobre la colaboración de España con la región latinoamericana ha ido perdiendo peso pasando de un 27% en el año 2000 a un 22% en el 2007. Esto se debe a que hay otros países como México y Brasil, que han intensificado la cooperación con España de manera notable.

184

Sobre el total de documentos producidos por Argentina entre 2000 y 2007 (46.294 documentos), un 77% han sido realizados en colaboración entre varios centros y, del total de documentos, un 39% ha sido realizado en colaboración con centros extranjeros (5 puntos más que lo que la colaboración internacional representa para España). Este tipo de colaboración ha crecido notablemente durante el período habiendo disminuido el porcentaje (y el valor absoluto) de los documentos sin colaboración inter-centros.

Al considerar únicamente la colaboración internacional de Argentina, se aprecia que casi las tres cuartas partes de los documentos se han realizado junto a instituciones de la Unión Europea, poco más de un 40% con América del Norte y una tercera parte con otros países latinoamericanos. La colaboración con España representa casi una cuarta parte de los documentos junto a centros de la UE, proporción que se ha mantenido estable durante el período de estudio (tabla 3).

**Tabla 3. Colaboración internacional de Argentina por zona geográfica**

Colab.Internac. de Argentina por zona	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%	Incram 2000- 06
Unión Europea (UE-27)	1240	1343	1371	1538	1819	1896	2125	1950	13282	72,98	71,37
América del Norte	745	802	855	819	1041	1090	1151	1004	7507	41,25	54,50
Latinoamérica	546	559	569	632	750	931	1078	900	5965	32,77	97,44
Otros países	252	257	255	322	353	460	570	497	2966	16,30	126,19
Resto de Europa y Asia Occidental	65	63	61	81	86	80	166	122	724	3,98	155,38
Total colab.internacional ARGENTINA	1811	1942	2079	2185	2503	2536	2703	2441	18200	100,00	49,25
% colaboración UE / total colab internacional	68,47	69,16	65,95	70,39	72,67	74,76	78,62	79,89	72,98		10,15
% colaboración España / total colab. UE	24,52	25,99	25,24	25,49	25,01	24,58	23,11	21,90	24,32		-1,41
% colab. con ES/ total colab. Internac.	16,79	17,97	16,64	17,94	18,18	18,38	18,17	17,49	17,75		1,38

Descendiendo a nivel de países, Argentina colabora principalmente con Estados Unidos y, en segundo lugar con España. Le siguen Brasil, Francia y Alemania. Entre los países Latinoamericanos, además de Brasil, es muy destacada la cooperación de Argentina con Chile que ha superado a México y presenta un incremento mayor del 200% entre 2000 y 2006.

### 3.2. Colaboración Argentina-España por área temática

Más de un 90% de los 3.230 documentos escritos en colaboración entre Argentina y España son artículos de revista y el inglés es el idioma predominante.

La distribución de la colaboración por área temática muestra que predominan los documentos en Física que representan más del 27% de la producción en colaboración. Le siguen Biomedicina, Química y Agricultura/Biología/Medio Ambiente. Estos valores se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4. Perfil temático de la colaboración AR-ES**

Área	N doc	%
Física	878	27,18
Biomedicina	688	21,30
Química	633	19,60
Agric.Biol.M. Amb.	615	19,04
Ing.Tecnol.	568	17,59
Medicina Clínica	423	13,10
Matemáticas	174	5,39
Ciencias Sociales	82	2,54
Multidisciplinar	29	0,90
Humanidades	6	0,19

### 3.3. Tamaño de las redes de colaboración

Si bien hay documentos con hasta 61 países firmantes, el número de publicaciones elaboradas en el marco de grandes redes no es muy abundante, se aprecia que casi las dos terceras partes de la producción en colaboración han sido realizadas

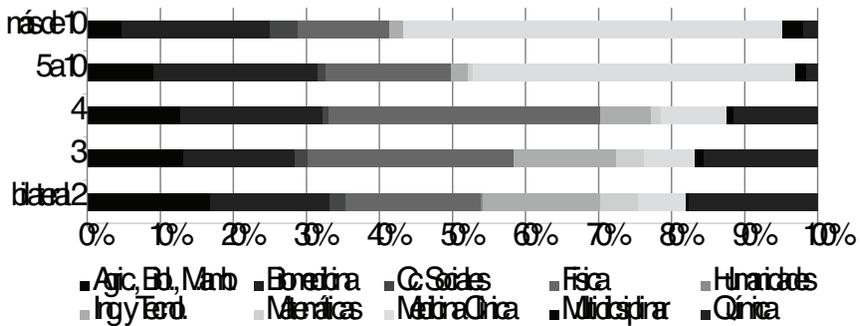
solamente por los dos países involucrados, lo que muestra un importante predominio de la cooperación "bilateral". En otro 20% participa un tercer país y en casi el 6% de los documentos colaboran 4 países. Si bien se registran documentos de colaboración multinacional, la colaboración con más de 5 países representa sólo un 7%.

El número de países firmantes está también muy vinculado con el área en la que se produce la colaboración. Como se aprecia en la figura 1, en la colaboración "bilateral" no predomina ninguna área. Sin embargo, a medida que aumenta el número de países colaboradores, van cobrando protagonismo Medicina Clínica, Física y Biomedicina. Física alcanza las mayores proporciones en los documentos firmados por 4 países mientras que Medicina Clínica tiene una fuerte presencia en las publicaciones firmadas por entre 5 y 10 países y es mayoritaria en las redes de más de 10 países.

Al considerar la colaboración con terceros países, se aprecia que en el período han participado junto a Argentina y España 113 países. La mayor colaboración se establece con Estados Unidos, seguido de Francia, Reino Unido, Italia y Brasil. Los tres primeros países son los principales colaboradores de España y también están entre los primeros de Argentina, a los que se suma Brasil (figura 2).

Figura 1. Temática según tamaño de la red de colaboración

186





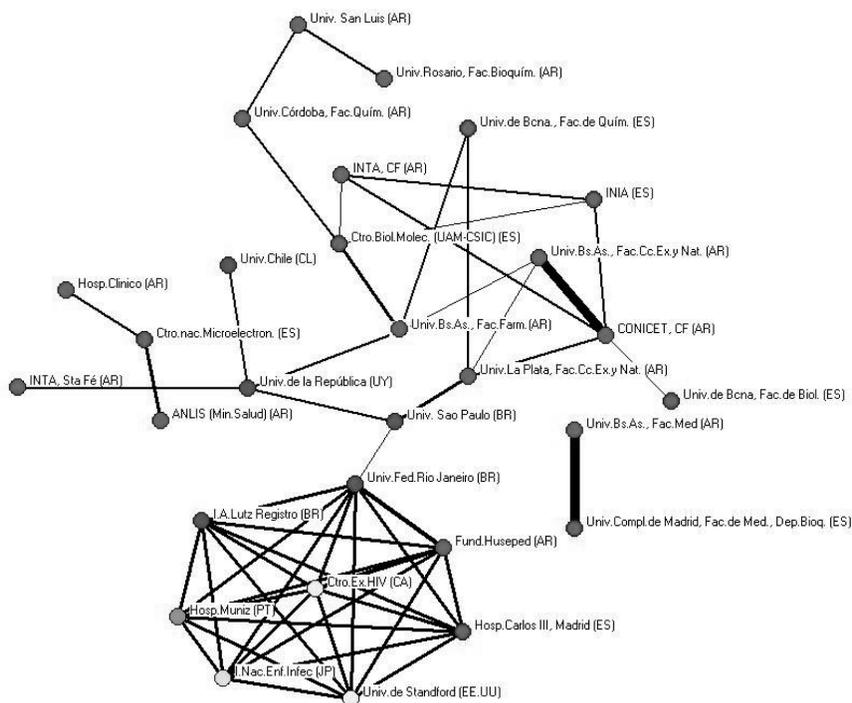
metropolitana y bonaerense (ciudad y provincia de Buenos Aires) que, en conjunto, suman más de la mitad de la colaboración con España. Le siguen Santa Fe (9%), Córdoba (9%) y Río Negro (7%). Para el caso argentino se ha podido detectar también el sector institucional aunque es necesario realizar algunas consideraciones metodológicas. Dado que el Consejo financia a investigadores que pueden tener su lugar de trabajo en las universidades, existe un amplio solapamiento entre ambos sectores. Según el sector institucional de adscripción de los centros colaboradores, el CONICET y la Universidad son los más destacados. A nivel de centros, se puede apreciar que la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires se ubica en primera posición con casi un 12% del total de los documentos en colaboración con España. Le sigue la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) que incluye a sus diferentes centros regionales, dentro de los que destaca el Centro Atómico Bariloche. Otra institución también destacada es el Instituto Balseiro, centro mixto entre la CNEA y la Universidad de Cuyo.

Al identificar los centros colaboradores de Argentina y España junto con los terceros países, se han podido visualizar las redes de relaciones entre ellos. Así, en la figura 3 se puede observar que, entre los centros con más de 30 documentos en colaboración destacan los intensos vínculos del Centro Atómico Bariloche y el Instituto Balseiro (Argentina) junto al Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid y el de Barcelona (ambos del CSIC) y a la Universidad de Santiago de Compostela. Son también notables las relaciones entre las facultades de Medicina de la Universidad de Buenos Aires y de la Universidad Complutense de Madrid. Sólo aparecen en la red tres centros de otros países: la Universidad de Texas (USA), la Universidad de Sao Paulo (Brasil) y la de la República (Uruguay).





**Figura 5. Biomedicina. Redes de centros con más de 10 documentos en colaboración y al menos 3 documentos comunes entre centros (N= 688)**



Nota: el grosor de las líneas es proporcional al número de documentos en colaboración

### 3.5. Impacto de la cooperación bilateral

#### Indicadores de colaboración relativos a la producción de España

Para analizar el impacto que la colaboración con Argentina tiene en la producción de España se han seleccionado, por una parte los documentos en colaboración "bilateral" Argentina-España (2066 documentos) y, por otra parte, la producción de España en colaboración bilateral con otros países. Este tipo de análisis permite detectar ciertos patrones de colaboración de España, como el hecho de que en la colaboración bilateral con Argentina destacan Física, Química y Agricultura, Biología, Medio Ambiente. En estas dos últimas áreas las proporciones de colaboración con Argentina son superiores a las que se producen en la cooperación bilateral con otros países, de ahí que en la tabla V aparezcan valores superiores a 1 en estas áreas. El FIR no suele ser muy elevado en la colaboración con Argentina, lo que implica que cuando España publica junto a otros países lo hace en revistas de mejor calidad. En cuanto a los indicadores relativos de visibilidad, la única área que destaca es Matemáticas que se presenta como un campo sólido en la colaboración entre

Argentina y España ya que en esta colaboración bilateral se reciben más citas que cuando España colabora con otros países. Lo mismo ocurre con el número de documentos sin citas, que es más reducido.

**Tabla 5. Indicadores relativos de la colaboración de Argentina y España (solo bilateral) frente a la producción de España en colaboración bilateral con otros países por área temática**

Áreas	Producción en colaboración AR-ES (sólo "bilateral")				
	Doc	%	FI 2005	citas/ doc	% doc sin citas
Física	488	23,62	2,258	5,15	26,64
Química	465	22,51	2,426	5,89	21,94
Agric.Biol.M. Amb.	442	21,39	1,640	4,17	25,11
Biomedicina	430	20,81	2,646	6,33	24,42
Ing.Tecnol.	422	20,43	1,446	3,59	30,33
Medicina Clínica	172	8,33	2,912	4,39	41,86
Matemáticas	136	6,58	0,830	3,55	26,47
Ciencias Sociales	57	2,76	1,280	3,07	45,61
Multidisciplinar	9	0,44	0,796	1,44	44,44
Humanidades	6	0,29	--	4,00	33,33

Áreas	Producción de España bilateral sin Argentina				
	Doc	%	FI 2005	citas/ doc	% doc sin citas
Física	14065	23,31	2,651	7,24	24,62
Química	10572	17,52	2,848	8,15	21,09
Agric.Biol.M. Amb.	10097	16,74	2,032	6,21	28,35
Biomedicina	14005	23,21	3,804	9,93	26,13
Ing.Tecnol.	11585	19,20	1,536	4,23	37,58
Medicina Clínica	9090	15,07	3,933	7,32	38,29
Matemáticas	3961	6,57	0,783	2,68	40,37
Ciencias Sociales	2771	4,59	1,413	3,60	42,76
Multidisciplinar	595	0,99	10,472	21,39	23,70
Humanidades	220	0,36	--	2,17	55,45

Áreas	Indicadores relativos AR-ES vs. España con terceros países			
	FIR	IA	Citas/ doc	% doc sin citas
Física	0,85	1,01	0,71	0,92
Química	0,85	1,28	0,72	0,96
Agric.Biol.M. Amb.	0,81	1,28	0,67	1,13
Biomedicina	0,70	0,90	0,64	1,07
Ing.Tecnol.	0,94	1,06	0,85	1,24
Medicina Clínica	0,74	0,55	0,60	0,91
Matemáticas	1,06	1,00	1,33	1,53
Ciencias Sociales	0,91	0,60	0,85	0,94
Multidisciplinar	0,08	0,44	0,07	0,53
Humanidades	--	0,81	1,84	1,66

### Indicadores de colaboración relativos a la producción de Argentina

Si se considera la influencia de la colaboración bilateral de Argentina y España sobre la producción bilateral de Argentina con otros países, se aprecia que al colaborar sólo con España la especialización es muy marcada en áreas como Matemáticas, Química e Ingeniería y Tecnología, con valores de IA que superan el 2. En cuanto al número de citas por documento, destacan levemente los valores en Matemáticas al igual que en el caso de los documentos no citados, que en esta área resultan menores cuando se colabora con España que cuando se hace sólo con terceros países (tabla VI).

**Tabla 6. Indicadores relativos de la colaboración de Argentina y España (solo bilateral) frente a la producción de Argentina en colaboración bilateral con otros países por área temática**

Áreas	Producción en colaboración AR-ES (sólo "bilateral")				
	Doc	%	FI 2005	citas/doc	% doc sin citas
Física	488	23,62	2,258	5,15	26,64
Química	465	22,51	2,426	5,89	21,94
Agric.Biol.M. Amb.	442	21,39	1,640	4,17	25,11
Biomedicina	430	20,81	2,646	6,33	24,42
Ing.Tecnol.	422	20,43	1,446	3,59	30,33
Medicina Clínica	172	8,33	2,912	4,39	41,86
Matemáticas	136	6,58	0,830	3,55	26,47
Ciencias Sociales	57	2,76	1,280	3,07	45,61
Multidisciplinar	9	0,44	0,796	1,44	44,44
Humanidades	6	0,29	--	4,00	33,33

Áreas	Producción de Argentina bilateral sin España				
	Doc	%	FI 2005	citas/doc	% doc sin citas
Física	1915	21,61	2,194	5,49	22,77
Química	857	9,67	2,182	5,78	18,90
Agric.Biol.M. Amb.	1673	18,88	1,821	5,33	27,62
Biomedicina	1937	21,86	3,331	7,12	26,69
Ing.Tecnol.	899	10,14	1,278	3,57	32,15
Medicina Clínica	1098	12,39	3,498	5,24	38,07
Matemáticas	195	2,20	0,844	2,99	38,97
Ciencias Sociales	176	1,99	1,458	3,61	38,64
Multidisciplinar	91	1,03	7,455	20,62	26,37
Humanidades	21	0,24	--	0,90	57,14

Áreas	Indicadores relativos AR-ES vs. Argentina con terceros países			
	FIR	IA doc	Citas/sin citas	% doc
Física	1,03	1,09	0,94	0,85
Química	1,11	2,33	1,02	0,86
Agric.Biol.M. Amb.	0,90	1,13	0,78	1,10
Biomedicina	0,79	0,95	0,89	1,09
Ing.Tecnol.	1,13	2,01	1,01	1,06
Medicina Clínica	0,83	0,67	0,84	0,91
Matemáticas	0,98	2,99	1,19	1,47
Ciencias Sociales	0,88	1,39	0,85	0,85
Multidisciplinar	0,11	0,43	0,07	0,59
Humanidades	--	1,22	4,42	1,71

### 3.5.1. Fortalezas en la cooperación bilateral: la producción de Argentina y España en Matemáticas

A través del estudio del impacto de la colaboración bilateral, se ha detectado que el área de Matemáticas es donde se presentan las mayores fortalezas ya que ambos países mejoran sus indicadores al publicar juntos, frente a los valores que obtienen al colaborar con terceros países. A pesar de que la producción en colaboración en este campo no es muy destacada, ambos países parecen realizar aportaciones relevantes, lo que los favorece a la hora de mejorar su visibilidad e impacto. Al profundizar en el estudio de esta área, los datos muestran que la producción está muy concentrada en las regiones centrales de ambos países: Madrid y Buenos Aires. Para conocer los principales centros participantes en la cooperación se han identificado los colaboradores más frecuentes de los dos países. En la figura 6 se muestran las instituciones argentinas y españolas con mayor colaboración junto a las más destacadas de terceros países. Se puede apreciar que los vínculos más intensos (líneas gruesas) se producen entre la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y la Facultad de Ciencias (específicamente el



Al comparar los patrones de colaboración de Argentina y España se aprecia que la primera tiene una mayor tendencia a la colaboración internacional (casi el 40% de su producción) mientras que España presenta mayor proporción de documentos en colaboración nacional y sin colaboración inter-centros. Con respecto a las tasas de colaboración internacional, estudios previos en los que se analiza la colaboración en WoS (Fernández et al., 1998), destacan que si bien la interpretación del porcentaje de co-publicaciones es complejo, se puede considerar que una colaboración internacional en torno al 30% refleja un equilibrio razonable entre una buena capacidad de producción científica basada en recursos propios, junto a una apertura hacia la colaboración con otros países. Porcentajes más elevados de colaboración internacional podrían mostrar una excesiva dependencia de grupos extranjeros. En el caso de España estas proporciones llegan casi al 35% y se produce colaboración con países de la UE, lo que refleja la influencia positiva de los Programas Marco y políticas regionales de la UE. En el caso de Argentina las relaciones regionales son menos fuertes y se establecen principalmente vínculos con países de mayor desarrollo científico. Argentina muestra, además, una proporción de colaboración con Norte América mucho mayor a la de España, lo que evidencia la necesidad de cooperar con centros de mayor calidad o reconocimiento. Se advierte, asimismo, que Argentina tiende a establecer vínculos con varios países simultáneamente, mientras que España participa más en colaboraciones bilaterales. A nivel de países, para Argentina, España es el segundo colaborador -después de Estados Unidos- mientras que para España, Argentina se ubica en el puesto 12. Aunque es el mayor colaborador de la región Latinoamericana, en los últimos años México y Brasil han intensificado su cooperación con España.

Analizando las principales características de la colaboración se aprecia que, a pesar de compartir un idioma en común, casi la totalidad de la producción se publica en inglés, lo que resulta comprensible por las características de las revistas recogidas en la base de datos internacional utilizada. El área en la que se produce el mayor volumen de colaboración es Física (un 27%) seguido de Biomedicina, Química y Agricultura/Biología/Medio Ambiente. Al descender a nivel de disciplinas se aprecia que sobresale principalmente Química Física, seguida de Física del Estado Sólido y Bioquímica/Biología Molecular.

El estudio de las redes de colaboración que se establecen entre Argentina, España y terceros países es uno de los puntos más interesantes de analizar. Si bien existen documentos firmados hasta por 61 países, predomina considerablemente la colaboración bilateral, que representa casi las dos terceras partes de la cooperación. Datos similares han sido observados al analizar la colaboración del CSIC con Latinoamérica en la que la cooperación entre dos países de desarrollo similar es el tipo de vínculo predominante (De Filippo et al., 2008). Se observa que la cooperación bilateral no está especializada en ningún campo en particular mientras que, al aumentar el número de países participantes, comienzan a destacar determinadas áreas. Así, Física y Medicina Clínica son los campos en los que se concentra la mayor producción en grandes redes. Las necesidades propias de cooperación que existen en estos campos (ya sea para compartir equipamiento, financiación o personal altamente cualificado) hacen que la presencia de colaboración multinacional sea una de sus principales características. Resultados similares fueron obtenidos por Abt (2007) en su estudio de la colaboración internacional en WoS en diferentes disciplinas

en el que advierte que Física es el campo en el que se registra el mayor número de instituciones firmantes por documento.

Otro de los puntos destacados del estudio ha sido el análisis del impacto de la colaboración en cada uno de los dos países. Son muchos los autores que afirman que la colaboración aporta notables beneficios tanto para el desarrollo del trabajo como en la visibilidad e impacto que se obtiene con la colaboración. Como explican Adams et al. (2005) y Persson et al. (2004), la colaboración internacional y especialmente multinacional, genera importantes beneficios, ya que los documentos firmados por mayor número de países tienden a ser más citados, cosa que hemos corroborado en todas las áreas. Constatando datos de un estudio previo sobre la especialización temática de los países latinoamericanos (Fernández et al., 2005), se ha podido apreciar que la producción total de Argentina se orienta especialmente hacia la Medicina Clínica, la Biomedicina y la Agricultura. Estas dos primeras son también las principales áreas de especialización de España, sin embargo la colaboración entre ambos países (incluyendo a los terceros países) se centra en la Física, seguida de Biomedicina y Química.

En el caso de Argentina se aprecia que su producción doméstica (sin colaboración internacional) se orienta hacia la Biomedicina, mientras que en España destaca la producción en Medicina Clínica. Teniendo en cuenta la cooperación bilateral entre estos dos países, es muy notable el volumen de producción en Física y Química. Una vez más se constata la influencia de la colaboración internacional sobre la visibilidad ya que aún en la colaboración solo bilateral, el número de citas por documento aumenta en todas las áreas y disminuye el porcentaje de documentos sin citas con respecto a la producción doméstica. Si se considera la producción bilateral Argentina-España frente a la colaboración bilateral que Argentina establece con terceros países, se aprecia una notable especialización en Matemáticas, Química y en Ingeniería y Tecnología. Junto a España se publica en revistas de mayor FI en Química y en Ingeniería Tecnología y sólo en Matemáticas se advierte un ligero incremento del número de citas por documento y una reducción en el porcentaje de documentos no citados. Por parte de España, se observa que la aportación de la colaboración bilateral con Argentina frente a la que establece con otros países parece orientada a Química y Agricultura y es en Matemáticas donde se registran los mayores beneficios en cuanto a citación.

Con estos resultados se puede advertir que en Física (en concreto en aquellas subdisciplinas consideradas de Big Science) la colaboración es fundamental ya que mejoran los indicadores cuanto mayor es el número de países involucrados. Sin embargo, la participación de Argentina y España en las redes multinacionales no implica una marcada especialización en este campo, sino que la integración en estas grandes redes es producto de las características propias del área y la necesidad de los países de complementar capacidades e infraestructuras. Es por esto que al analizar sólo las áreas con mayor colaboración internacional muchas veces se pierde de vista la aportación real de los países. Por el contrario, el estudio de la colaboración bilateral ha permitido detectar que los beneficios más notorios, tanto para Argentina como para España, se establecen al colaborar en el área de Matemáticas, a pesar de no representar un volumen importante de producción.

Al cooperar en Matemáticas ambos países publican en revistas de FI más alto (incluso mejor que cuando colaboran con terceros países) y aumentan su visibilidad. Esto nos lleva a pensar que ambos países cuentan con centros de gran calidad y reconocimiento en este campo, por lo que establecen relaciones de cooperación simétrica. La importancia de la actividad científica en Matemáticas en España, se ha puesto de manifiesto en un estudio sobre la producción de difusión internacional (Bordons et al., 2005) en el que se aprecia que, a pesar de no representar un volumen importante de producción, su incremento ha sido mayor que el del conjunto de los documentos de España en todas las áreas temáticas. En este estudio se ha detectado, además, que a pesar de ser un área en las que las prácticas de colaboración no están muy extendidas, las tasas de cooperación internacional son superiores a las del conjunto de España. A su vez, es la colaboración con Latinoamérica la que más se ha incrementado en el período 1996-2001. En este sentido, los datos muestran que Argentina -que ocupa el puesto 12 entre los mayores colaboradores de España- pasa a la posición 9 en Matemáticas con un incremento del 60% en el sexenio analizado. Por parte de Argentina, un estudio realizado por Merlino-Santesteban (2007) muestra que la producción internacional en Matemáticas -en este caso recogida en MathSci- entre 2000 y 2005 ha incrementado sus tasas de colaboración internacional del 30% al 42%, destacando la colaboración bilateral que representa el 88% de los documentos junto a centros extranjeros. Los datos aportados muestran también que Argentina aumentó su peso relativo en este campo tanto en el contexto latinoamericano como mundial. Esto se refleja -tal como demuestra el autor- en la elevada producción relativa tanto en función de su población como de sus gastos en I+D. En este estudio se aprecia también que Estados Unidos y España son los principales socios en la cooperación en esta área, con un volumen similar de documentos en co-autoría junto a Argentina.

197

En nuestro trabajo se ha podido apreciar que en ambos países la actividad científica está muy concentrada en determinadas regiones y la mayor cooperación se establece entre instituciones de las principales ciudades (Madrid y Buenos Aires). Esta información ayuda a sostener la hipótesis de que existen centros de alto prestigio y calidad investigadora en estas regiones y que están involucrados en la cooperación (como el departamento de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid y la facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires). Tal como se ha detectado en otro estudio previo sobre la influencia que la cooperación con Madrid tiene para otras provincias españolas (Morillo y De Filippo: 2009), Madrid destaca por Índice de Actividad, factor de impacto y citas por documento frente al total de España, especialmente en Matemáticas. El antes mencionado trabajo de Bordons y otros (2005) aporta, además, un dato adicional sobre la calidad de la investigación matemática en la región: Madrid es la Comunidad Autónoma con mayor porcentaje de publicaciones en revistas top del área (40%). Entre los factores que pueden estar influyendo en esta alta calidad de la investigación en Matemáticas puede considerarse la "consolidación" de los grupos participantes. Autores como Martín Sempere y otros (2002) han detectado que el formar parte de "grupos de investigación consolidados" facilita el establecimiento de contactos y colaboraciones con otros colegas y esto se traduce en una mayor calidad y visibilidad del trabajo. En esta línea se inscriben también las reflexiones de Wagner y Leydesdorff (2005) quienes plantean que entre los factores que promueven la colaboración se encuentran la necesidad individual de lograr reconocimiento para continuar en la

carrera académica. Esto lleva a los investigadores a fortalecer el vínculo con colegas de reconocida trayectoria para aumentar su propia reputación. Este puede ser el caso de los centros destacados en la red de cooperación bilateral de Matemáticas ya que -en base a los resultados obtenidos en los estudios ya citados- se puede apreciar que la Universidad Autónoma de Madrid presenta una de las mayores tasas de colaboración internacional dentro de las universidades españolas que publican en este campo, mientras que lo mismo sucede con la Universidad de Buenos Aires.

A través de los resultados obtenidos en el presente trabajo, hemos podido analizar la cooperación científica entre Argentina y España en los últimos años y conocer sus principales características. Mediante el estudio de la colaboración bilateral se han detectado, además, las áreas destacadas determinando el impacto que la colaboración tiene en cada uno de los dos países. Sin duda la calidad y prestigio de los centros involucrados es un factor esencial en el aumento de la visibilidad de las publicaciones conjuntas, aunque es posible que existan otros factores de contexto. En este sentido, en el caso español se ha observado que existe una financiación sostenida para proyectos en el área de Matemáticas, lo que ha contribuido al impulso de la actividad científica (Bordons y otros: 2005). Para analizar el alcance de estos factores sería interesante conocer si existen (o existieron) políticas explícitas para fomentar la cooperación bilateral en alguna área concreta, o si ésta es producto de la iniciativa personal de investigadores de las diferentes instituciones.

198

Algunos de los motivos que han dado origen a la cooperación así como los fondos de financiación utilizados y otros aspectos “subjetivos” han podido ser analizados mediante encuestas a los investigadores involucrados. A través de esta metodología se analizan las estrategias puestas en marcha para la cooperación y la percepción de los diferentes actores sobre la dinámica del proceso y los resultados. Los datos obtenidos se presentan en detalle en el capítulo siguiente.

## Bibliografía

ABT, H. (2007): “The frequencies of multinational papers in various sciences”, *Scientometrics*, 72 (1), pp. 105-115.

ADAMS, J. D., BLACK, G. C., CLEMMONS, J. R. y STEPHAN, E. (2005): “Scientific teams and institutional collaborations: evidence from U.S. universities, 1981-1999”, *Research Policy*, 34 (3), pp. 259-285.

BARRERE, R., BAGENETA, M. y MATAS, L. (2008): “Sistemas científicos complejos y su abordaje metodológico”, en M. Albornoz, C. Vogt y C. Alfaraz (eds.): *Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2007*, Buenos Aires, RICYT.

BORDONS, M. MORILLO, F., GÓMEZ, I., DE LEÓN, M. y MARTÍN DE DIEGO, D. (2006): *La investigación matemática española de difusión internacional. Estudio bibliométrico (1996-2001)*, Madrid, CSIC.

BRIDGSTOCK, M. (1991): "The quality of multiple authored papers. A resolved problem", *Scientometrics*, 21 (1), pp. 37-48.

CINDOC (2007): *Proyecto de obtención de indicadores de producción científica de la Comunidad de Madrid 2001-2005 (PIPCYT)*, Madrid, CINDOC. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/queesmadrimasd/indicadores/regionales/bibliometricos/default.asp>

DE FILIPPO, D. MORILLO, F. y FERNÁNDEZ, M. T. (2008): "Indicadores de colaboración científica del CSIC con Latinoamérica en bases de datos internacionales", *Revista Española de Documentación Científica* 31(1), pp. 66-84.

FERNÁNDEZ, M. T., GÓMEZ, I. y SEBASTIÁN, J. (1998): "La cooperación científica de los países de América Latina a través de indicadores bibliométricos", *Interciencia*, 23 (6), pp. 328-336.

FERNÁNDEZ, M. T., SANCHO, R., MORILLO, F., DE FILIPPO, D. y GÓMEZ, I. (2005): "Indicadores de especialización temática de los países de América latina y el Caribe", en M. Albornoz y D. Ratto (eds.): *Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2005*, Buenos Aires, RICYT, pp. 191-209.

FRAME, J. D. y CARPENTER, M. P. (1979): "International research collaboration", *Social Studies of Sciences*, 9, pp. 481-497.

GLÄNZEL, W. y SCHUBERT, A. (2001): „Double effort-Double impact? A critical view at international co-authorship in chemistry", *Scientometrics*, 50 (2), pp. 199-214.

GOLDFINCH, S., DALE, T. y DE ROUE, K. (2003): "Science from the periphery: Collaboration network and 'Periphery effects' in the citation of New Zealand Crown Research Institutes articles, 1992-2000", *Scientometrics*, 57, pp. 321-337.

GÓMEZ, I., FERNÁNDEZ, M. T., y SEBASTIÁN J. (1999): "Analysis of the structure of international scientific cooperation networks through bibliometric indicators", *Scientometrics*, 44 (3), pp. 441-457.

KATZ, J. S. y MARTIN, B. R. (1997): "What is research collaboration?", *Research Policy*, 26, pp. 1-18.

KIM, E., KEUM, D., SONG, Y. y CHUNG, Y. (2006): "The Effects of Leadership Characteristics on the Performance of R&D Projects", *PICMET Proceeding* 9-13 Julio, Estambul.

LEWISON, G. (1991): "The advantages of dual nationality", *New Scientist*, 130, pp. 50-51.

MARTÍN-SEMPERE, M. J., REY-ROCHA, J. y GARZÓN-GARCÍA, B. (2002): "The effect of team consolidation on research collaboration and performance of scientists. Case of study of Spanish university researchers in Geology", *Scientometrics*, 55 (3), pp. 377-394.

MERLINO-SANTESTEBAN, C. (2007): "Investigación matemática argentina recogida en MathSci (2000-2005)", *Información, Cultura, Sociedad*, 16.

MOED, H. F., NEDERHOF, A. I. y LUWEL, M. (2002): "Towards performance in the humanities", *Library Trends*, 50, pp. 498-520.

MORILLO, F. y DE FILIPPO, D. (2009): "El papel determinante de las regiones centrales en la actividad científica de los países: el caso de Madrid", *Revista Española de Documentación Científica* (enviado).

NARIN, F., STEVENS, K. y WHITLOW, E. S. (1991): "Scientific cooperation in Europe and the citation of multinational co-authored papers", *Scientometrics*, 21 (3), pp. 313-323.

PERSSON, O., GLÄNZEL, W. y DANNELL, R. (2004): "Inflationary bibliometric values: the role of scientific collaboration and the need of relative indicators in evaluative studies", *Scientometrics*, 60 (3), pp. 421-432.

SEBASTIÁN, J. (2004): "Marco para el diseño de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología", en M. Albornoz (comp.): *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2003*, RICYT, Buenos Aires, pp. 55-61.

200 VAN RAAN, A. (1998): "The influence of international collaboration on the impact of research results: Some simple mathematical considerations concerning the role of self-citations", *Scientometrics*, 42 (3), pp. 423-428.

VAN RAAN, A. (2006): "Performance-related differences of bibliometric statistical properties of research groups: cumulative advantages and hierarchically layered networks", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (14), pp. 1919-1935.

WAGNER, C. (2005): "Six cases of studies of international collaboration in science", *Scientometrics*, 62 (1), pp. 3-26.

WAGNER, C. y LEYDESDORFF, L. (2005): "Network structure, self-organization, and the growth of International collaboration in science", *Research Policy*, 34, pp. 1608-1618.