



COLABORACIÓN INTERNACIONAL EN CIENCIA: MAPA GLOBAL Y RED



Loet Leydesdorff, Caroline S. Wagner, Han-Woo Park y Jonathan Adams

Nota: Este artículo puede leerse en su versión original inglesa en:
<http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2013/enero/07.pdf>



Loet Leydesdorff (Ph.D. Sociology, M.A. Philosophy, and M.Sc. Biochemistry), profesor en la *Amsterdam School of Communications Research (ASCoR)* de la *University of Amsterdam*, es profesor visitante del *Institute of Scientific and Technical Information of China (Istic)* en Beijing y miembro honorario del *Science and Technology Policy Research Unit (SPRU)* de la *University of Sussex*. Ha publicado numerosos trabajos sobre teoría de sistemas, análisis de redes sociales, cienciometría y sociología de la innovación (ver una lista de sus publicaciones en <http://www.leydesdorff.net/list.htm>).

<http://orcid.org/0000-0002-7835-3098>

Amsterdam School of Communication Research (ASCoR)
Kloveniersburgwal 48, 1012 CX Amsterdam, The Netherlands
loet@leydesdorff.net



Caroline S. Wagner, experta en ciencia y tecnología y su relación con la política, la sociedad y la innovación, preside el *Ambassador Milton A. and Roslyn Z. Wolf Chair in International Affairs* en la *John Glenn School of Public Affairs, The Ohio State University*, Columbus, Ohio. Obtuvo su doctorado en la *University of Amsterdam* sobre dinámica de la ciencia y la tecnología, y en especial sobre redes de investigación colaborativa; obtuvo un Master of Arts en ciencia, tecnología y política pública por la *George Washington University*; y es Bachelor of Arts por el *Trinity College*, Washington, DC.

<http://orcid.org/0000-0002-1724-8489>

Amb. Milton A. & Roslyn Z. Wolf, International Affairs
John Glenn School of Public Affairs, The Ohio State University
1810 College Av. N, Columbus, Ohio 43210, USA
wagner.911@osu.edu



Han-Woo Park es profesor asociado en el *Department of Media & Communication, Yeungnam University*, South Korea. En los últimos años ha colaborado en trabajos webométricos desde la perspectiva del análisis de redes sociales. Anteriormente fue investigador principal de un proyecto internacional sobre 'Investigación de políticas basadas en internet usando herramientas de e-investigación' (abril 2009 a agosto 2011), subvencionado por el programa *WCU (World Class University)* del gobierno de Korea. Es directivo del *Cyber Emotions Research Institute* y preside la *Asia Triple Helix Society*.

<http://orcid.org/0000-0002-1378-2473>

Department of Media & Communication, Yeungnam University
280 Daehak-Ro, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, South Korea
hanpark@ynu.ac.kr



Jonathan Adams fundó *Evidence Ltd*, y ahora es director de *Research & Development* en *Thomson Reuters*. Ha trabajado en el *King's College London* (1979-1980), *University of Newcastle upon Tyne* (1980-1983), *University of Leeds* (1983-1989) y en el *Imperial College London* (1989-1992). Fue miembro del staff de política científica del *UK Advisory Board for the Research Councils* en el período 1989-1992. La empresa *Evidence* ha llevado a cabo evaluaciones de investigación en Europa, Australia, Brasil, Canadá, China, India, Malasia, Arabia Saudí, Singapur y los EUA.

<http://orcid.org/0000-0003-3893-8128>

Evidence Ltd, Thomson Reuters, UK
<http://researchanalytics.thomsonreuters.com/grr>
<http://science.thomsonreuters.com/evidence>
jonathan.adams@thomsonreuters.com

Resumen

La red internacional de relaciones de coautoría ha estado dominada por algunos países europeos y los Estados Unidos, pero se está expandiendo rápidamente a nivel mundial. En 2011 aparecen en el centro de la red internacional entre 40 y 50 países, y casi todos (201) participan de la colaboración internacional. En esta breve comunicación se presenta tanto un mapa mundial con la funcionalidad de *Google Map* (zoom, etc.) como mapas de red con relaciones normalizadas que revelan aspectos complementarios. La colaboración internacional en la generación de conocimiento (es decir, el contexto de descubrimiento) es responsable de cambiar la estratificación estructural de las ciencias. Anteriormente era la validación la que estaba a nivel mundial, y el descubrimiento dependía más de los contextos locales. Este cambio en la relación entre las dimensiones geográficas e intelectuales de las ciencias también tiene implicaciones sobre las políticas científicas nacionales.

Palabras clave

Co-autoría, Mapa, Global, Red, Internacionalización, Países, Unión Europea, Descubrimiento, Política científica, Colaboración, Ciencia.

Title: International collaboration in science: the global map and the network

Abstract

The network of international co-authorship relations has been dominated by certain European nations and the USA, but this network is rapidly expanding at the global level. Between 40 and 50 countries appear in the center of the international network in 2011, and almost all (201) nations are nowadays involved in international collaboration. In this brief communication, we present both a global map with the functionality of a *Google Map* (zooming, etc.) and network maps based on normalized relations. These maps reveal complementary aspects of the network. International collaboration in the generation of knowledge claims (that is, the context of discovery) changes the structural layering of the sciences. Previously, validation was at the global level and discovery more dependent on local contexts. This changing relationship between the geographical and intellectual dimensions of the sciences also has implications for national science policies.

Keywords

Co-authorship, Map, Global, Network, Internationalization, Country, European Union, Discovery, Collaboration, Science.

Leydesdorff, Loet; Wagner, Caroline S.; Park, Han-Woo; Adams, Jonathan (2013). "International collaboration in science: the global map and the network". *El profesional de la información*, enero-febrero, v. 22, n. 1, pp. 87-94.

<http://dx.doi.org/10.3145/epi.2013.ene.12>

Introducción

La colaboración internacional en ciencia ha aumentado rápidamente en las últimas décadas (NSB, 2012, pp. 5-37 y ss.). Un motor de este desarrollo han sido los esfuerzos de la *Comisión Europea* para estimular la colaboración en el seno de la Unión Europea en todos los sectores y naciones (Glänzel; Schlemmer, 2007), pero este desarrollo también se auto-organiza a nivel mundial, en los Estados Unidos y otras naciones industrializadas, debido a las propias necesidades de la ciencia. Almacenamientos masivos de datos, grandes retos científicos, comunicaciones electrónicas fáciles (Barjak *et al.*, 2013) y viajes más baratos también pueden ser impulsores y facilitadores (Adams, 2012). Algunos gobiernos de naciones pequeñas (por ejemplo, Corea del Sur; cf. Kwon *et al.*, 2012) invierten medios para estimular la "internacionalización".

Las implicaciones son profundas para la gobernanza de las ciencias, así como para la creación de conocimiento, ya que el contexto de descubrimiento ya no es local o institucionalizado por disciplinas en departamentos universitarios (Gibbons *et al.*, 1994). Por ejemplo, Kwon *et al.* (2012) encontraron que las relaciones internacionales de coautoría de Corea del Sur han aumentado considerablemente desde finales de 1900, y en cambio las colaboraciones nacionales han ido disminuyendo constantemente. Zhou y Glänzel (2010) y Leydesdorff y Sun (2009) demostraron que los sistemas de publicación nacionales

de China y Japón han obtenido sinergias de las relaciones de coautoría extranjeras. Sin embargo está por ver si la colaboración internacional puede correlacionarse positivamente con la calidad de los resultados científicos en términos de impacto de las citas cuando se mira a los distintos países y campos (Persson *et al.*, 2004; Persson, 2010).

Las relaciones de coautoría son el indicador más claro de la colaboración internacional. Las colaboraciones científicas pueden dar lugar a diversos resultados de los cuales el artículo co-autorado es sólo uno de ellos (Laudel, 2002; Katz y Martin, 1997). Sin embargo, desde la perspectiva del desarrollo de las ciencias como sistemas de publicación, lo crucial es la presentación de manuscritos que contengan conocimiento nuevo. Por otra parte, hay que tener en cuenta que la coautoría en sí misma no implica que se haya producido colaboración (Woolgar, 1976), sino que presenta unos resultados que los autores firmantes ven como notables, y que sirven como filtro socio-cognitivo dentro de una multitud de relaciones en el contexto social de descubrimiento (Melin; Persson, 1996).

Ningún investigador comparte la autoría innecesariamente, por lo que la colaboración en publicación puede ser considerada como un indicador de estima y de compartir contribuciones intelectuales. Desde una perspectiva metodológica, el recuento de coautorías tiene la ventaja de ser reproducible en el tiempo y trazable de año en año. La red de relaciones de coautoría

ofrece una perspectiva sobre los rankings y las posiciones de los países que constituye una alternativa a los rankings de cuotas de publicaciones y citaciones.

Wagner y Leydesdorff (2005) sugirieron que la colaboración internacional tiende a liberar a los investigadores de las limitaciones locales, tales como la financiación por los organismos gubernamentales nacionales o los contextos sociales (lingüísticos y culturales) que tienen un impacto directo en las agencias intelectuales. **Wagner** (2008) presentó la hipótesis de que la capa emergente de colaboración internacional es como un "nuevo colegio invisible" (cf. **Crane**, 1972). **Leydesdorff y Wagner** (2008), sin embargo, observaron la formación de un grupo central de países muy dinámicos en tanto que otras naciones tendían a permanecer periféricas, posiblemente reforzando la idea del modelo centro-periferia propuesto originalmente por **Ben-David** (1971; cf. **Choi**, 2012; **Schott**, 1991). Utilizando estadísticas de red y normalización-coseno, estos autores identificaron un núcleo básico de 12 países de Europa, los EUA y Rusia en los años 2005 y 2006, mientras que otros países (por ejemplo, Canadá, China y Portugal) podían ser considerados en ese momento como periferia. El idioma también ocasiona desventajas para el acceso, especialmente en humanidades y ciencias sociales (**Larivière et al.**, 2006), ya que la mayoría de bases de datos bibliográficas se centran en la producción en inglés.

En este estudio se presenta una actualización de la red para el año 2011 realizada mediante la edición más reciente disponible del *Science Citation Index (SCI)*. Como anteriormente, se utilizó la versión en DVD de ese índice que contiene 3.744 revistas. Esta selección a partir de las 8.336 revistas incluidas en el *Science Citation Index-Expanded (SCI-E)* de la *Web of Science (WoS)*, puede ser considerada como la más relevante, ya que incluye la élite de las revistas arbitradas, las más citadas. Esta misma fuente es la que se utiliza, por ejemplo, para los *Science and Engineering Indicators* del *National Science Board* de los EUA

(**NSB**, 2012, pp. 5-37 y ss.), que también incluyen un índice de las colaboraciones internacionales para el año 2010 en formato tabla. Nuestro estudio proporciona técnicas complementarias de red y visualización que permiten al usuario prever los efectos de esta globalización y, además, hacer zoom en regiones y/o redes de países específicos (**Wagner et al.**, en preparación).

Métodos y materiales

Uno de nosotros descargó toda la versión DVD del *Science Citation Index* de 2011, que se cargó en una base de datos relacional (en formato dbf utilizando *Flagship* v. 7). Son 1.042.654 artículos, de los cuales 778.988 cumplen dos condiciones: (i) consta una dirección de país¹ y (ii) forman parte de los subconjuntos de (719.327; 69,0%) artículos, (37.685; 3,6%) revisiones, o (29.989; 2,9%) cartas. Los materiales efímeros (por ejemplo, editoriales y reseñas de congresos) no se incluyeron en el análisis. Se identificaron 254 nombres de países, de los cuales sólo 201 se consideraron entidades válidas, que determinaron 778.988 documentos como unidades de análisis. Más del 99% de ellos estaban en inglés (!).

Se elaboró una matriz asimétrica de documentos *versus* países que se introdujo en *SPSS* (v. 20) para generar, entre otras cosas, una matriz coseno entre las 201 variables (los países). Se utilizó *UCInet* (v. 6.28) para generar una matriz simétrica de co-autorías entre países (después de cambiar todos los valores a binario). Los registros con tres direcciones del país A y dos direcciones del país B se contabilizaron como una única relación entre los dos países (de no hacer esto, la rutina de afiliaciones en el análisis de redes sociales hubiera contabilizado esto como $3 \times 2 = 6$ relaciones). Además, los artículos se contaron fraccionadamente: es decir la atribución de cada dirección se hizo proporcionalmente al número de direcciones que figuraban en el campo autor del artículo. Por ejemplo, si dos de las tres direcciones son del país A, el artículo se atribuye a $2/3$ a este

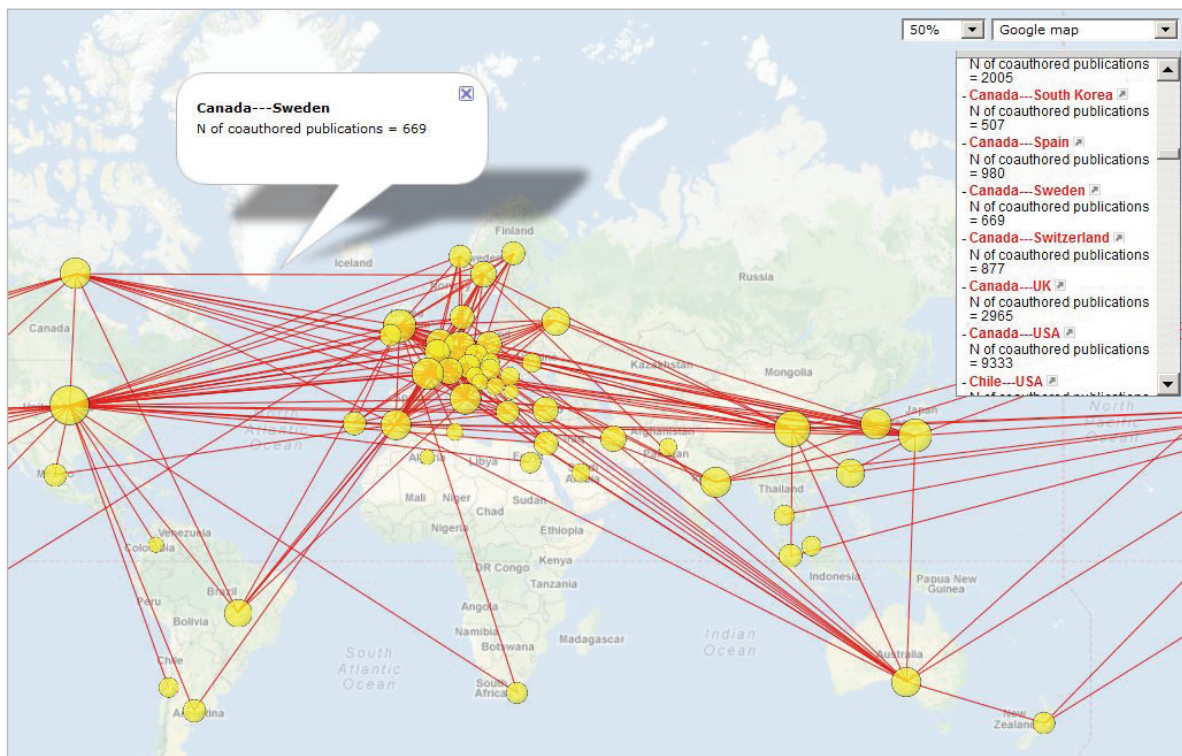


Figura 1. Mapa de colaboraciones internacionales; el tamaño de cada nodo es proporcional al logaritmo del número de artículos contados fraccionadamente. Sólo se incluyen los países con más de 500 documentos. Los descriptores de los nodos contienen el número de trabajos contados fraccionadamente. Disponible en <http://www.leydesdorff.net/intcoll/intcoll.htm>

país y 1/3 al país B. De todos estos documentos, 193.216 (es decir, el 24,8% de los 778.988 documentos en estudio) se les asignó coautoría internacional con 825.664 direcciones (39,3% de 2.101.384). Nótese que estas cifras son algo mayores que las de 2005, pero tampoco son sustancialmente diferentes. El 23,3% de los documentos de coautoría internacional contienen el 36,5% de las direcciones (**Wagner; Leydesdorff, 2008, pág. 319**).

Tanto la matriz de co-ocurrencia como la matriz coseno normalizada se trataron posteriormente en *Pajek*² y *VOSViewer*³ para el análisis de redes y visualización, respectivamente. Utilizando *GPS Visualizer* en http://www.gpsvisualizer.com/map_input?form=data y considerando solamente los casos en que existen más de 500 artículos contabilizados fraccionadamente para cada país y 500 relaciones internacionales por cada enlace, se generó un mapa mundial de colaboraciones internacionales, que se puede consultar interactivamente en: <http://www.leydesdorff.net/intcoll/intcoll.htm>

Los enlaces no se ponderaron según el número de relaciones de coautoría, porque esto hubiera sobrecargado la visualización. En su lugar se insertó una leyenda (figura 1). En la versión interactiva se puede hacer clic en cada enlace para obtener el número de colaboraciones sobre el mapa de *Google*.

Resultados

a. Mapa geográfico

El citado mapa global de colaboraciones científicas de <http://www.leydesdorff.net/intcoll/intcoll.htm> proporciona una visión general, con todas las funcionalidades de los mapas de *Google*, como zoom y etiquetado. Por ejemplo, se puede hacer clic en

cada nodo y obtener el número de trabajos de coautoría internacional en base a los artículos contabilizados fraccionadamente en el conjunto de 778.988. Los enlaces, que se cuentan como una unidad (tal como se explicó antes), pueden ser clicados para ver el número de documentos co-autorados entre los países, cosa que también se muestra en la leyenda. El tamaño de los nodos es proporcional al logaritmo del número de documentos.

Tal como muestra la figura 1, 440 de los 12.339 enlaces entre países superan el umbral de 500 relaciones de coautoría (de los $[201 * 200/2] = 20.100$ posibles enlaces) entre 53 países. Por lo tanto, la colaboración internacional está muy concentrada. Por ejemplo, en la figura 1 se ha abierto la leyenda del enlace Canadá-Suecia y también se ha centrado el correspondiente descriptor en la tabla de la derecha. La inspección visual del mapa muestra que de los países del África subsahariana sólo cuenta Sudáfrica; y en América Latina la participación se limita a Brasil, Argentina, Chile, Venezuela y México (**Wagner; Wong, 2012**).

La red entre los países de la UE es muy densa, y la integración hace que los EUA parezcan funcionar como otro estado miembro de la UE (en la versión online se puede usar el zoom de *Google Maps*). Sin embargo, China se ha convertido en el primer socio de los EUA en términos de coautoría internacional (12.450 artículos en comparación con los 11.337 del Reino Unido). Países de reciente adhesión (por ejemplo, Rumanía y Bulgaria) no aparecen conectados porque no alcanzan el umbral de 500 enlaces, y los países más pequeños de la UE como Chipre (N = 406) y Malta (N = 70) se excluyeron debido a la restricción de tamaño en los nodos. De hecho, la red de la UE-27 ni siquiera está completa en este mapa de 2011, pues no están presentes ni Malta y Luxemburgo por no tener ni un documento en coautoría con otros de la UE.

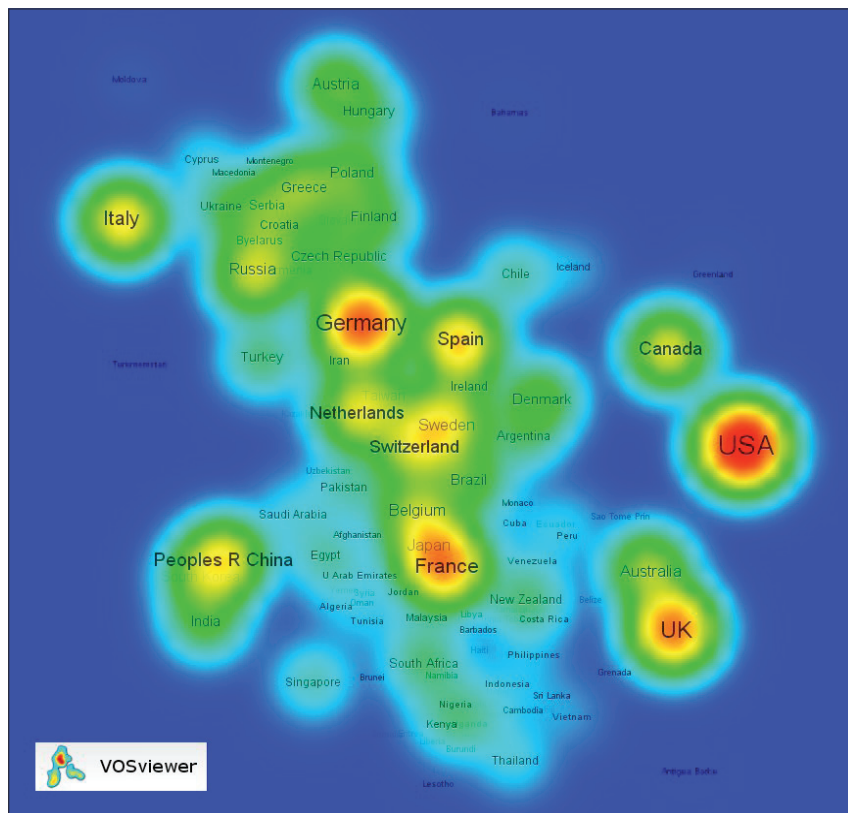


Figura 2. Mapa global basado en la red normalizada-coseno de relaciones de co-autoría entre 190 países; para la visualización se ha usado *VOSViewer*. Este mapa puede verse dinámicamente en la web http://www.vosviewer.com/vosviewer.php?map=http://www.leydesdorff.net/intcoll/intcoll.txt&view=2&zoom_level=1.8

b. Mapa de la red

En un mapa de red, dos agentes se posicionan uno cerca del otro si se comunican intensamente, independientemente de sus coordenadas (por ejemplo, geográficas). Desde este diferente punto de vista, EUA estaría relacionado más estrechamente con la mayoría de los países de la UE que, por ejemplo, Serbia. Se puede optimizar la visualización de la red de relaciones individuales utilizando un diseño de tipo muelle como el de **Kamada y Kawai (1989)** -disponible en *Pajek*- o en términos de distribución de relaciones. Es posible que dos naciones no se relacionen intensamente, pero quizá podrían compartir un patrón común de relaciones con terceros. La normalización coseno del tamaño captura esta comparación entre las distribuciones porque el coseno también se puede considerar como una medida de proximidad (comparable a la correlación de Pearson, pero sin referencia a la media; cf. **Ahlgren et al., 2003**).

La figura 2 muestra la red de relaciones de coautoría internacional entre 190 países. Algunas naciones pequeñas (como Kosovo, Gibraltar y las Antillas

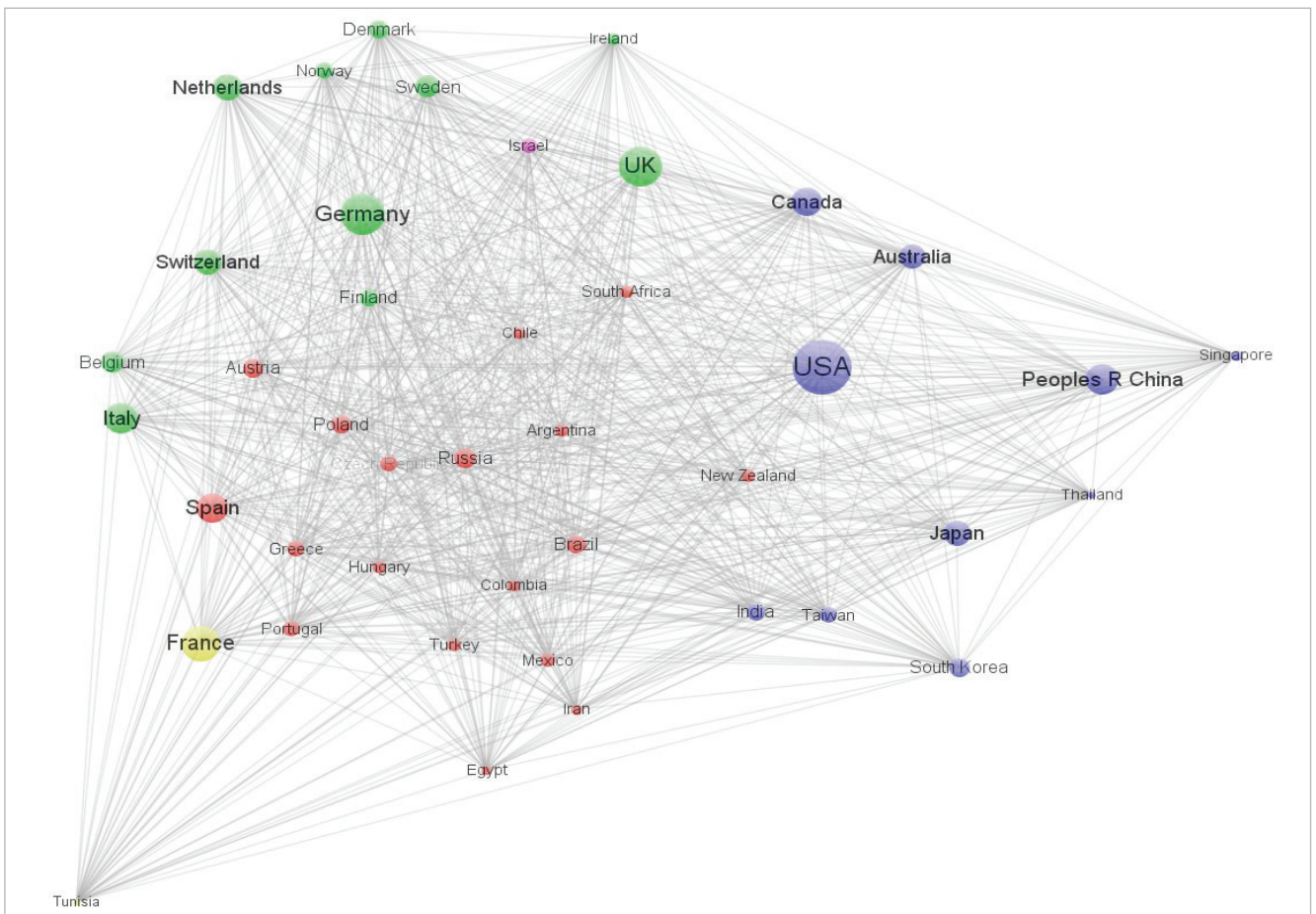


Figura 3. El denso conjunto de 42 países en el centro de la red (sin normalizar). Los nodos se han normalizado según su número de relaciones; para agrupar, colorear y mapear se ha usado VOSViewer. Disponible en http://www.vosviewer.com/vosviewer.php?map=http://www.leydesdorff.net/intcoll/core42map.txt&network=http://www.leydesdorff.net/intcoll/core42net.txt&n_lines=3000&label_size=1.35

Neerlandesas) se han eliminado debido a que tienden a distorsionar la figura tirando del centro hacia los valores atípicos. El mapa muestra los países anglo-americanos en el lado derecho de la figura como similares en sus patrones de colaboración. En esta vista, los países asiáticos están colocados hacia la parte inferior del lado izquierdo, con la excepción de Japón –no visible en esta figura-. Los países de Oriente Medio forman un cúmulo cercano.

Europa Continental se encuentra en el centro. La posición europea viene caracterizada por la densa red de colaboraciones entre las naciones centrales de la UE (por ejemplo, Francia, Benelux y Alemania). La producción de los países de la UE se ve influenciada por la financiación científica de la *Comisión Europea* y por sus políticas de cohesión que requieren la colaboración entre países miembros. Japón no es visible en este mapa debido a que su nodo está oculto detrás de Francia, en la zona centro; el nodo y la etiqueta de Japón pueden hacerse visibles eligiendo la opción “label view” en VOSViewer. Algunas otras naciones como Argentina, Brasil y México también están relacionados con este conjunto, mientras que Chile, por ejemplo, está más exclusivamente relacionado con España. Las posiciones un tanto particulares de Italia y Austria en las periferias de este mapa muestran que los países candidatos de Europa central y oriental están integrados en un triángulo que incluye a estas dos naciones y a Alemania.

c. Centro y periferia de la red

La figura 3 muestra la red entre los 42 países que constituyen el núcleo más importante de relaciones de coautoría interna-

cional en 2011. En contraste con el ranking de compartición de publicaciones según las direcciones postales -China también es segunda por detrás de los EUA según la contabilización fraccionada de autoría- esta figura muestra, entre otras cosas, que China no es (todavía) tan activa en términos de coautoría internacional como son los países industriales avanzados (por ejemplo, el Reino Unido y Alemania; *National Science Board*, 2012, pp. 5-37, cf. **Plume**, 2011). Sin embargo, en contraste con los datos examinados en 2005/2006, China es ahora parte del grupo central.

La posición polar de Francia (abajo a la izquierda) es notable y se puede considerar como una consecuencia de su posición líder (junto con España) en colaboración con los países mediterráneos y de lenguas latinas. A pesar del uso casi exclusivo del inglés como idioma de publicación de investigación (99,1% en estos datos, como se dijo), todavía hay distintas agrupaciones de colaboración de los países francófonos de África (**Adams, King; Hook**, 2010; **Adams et al.**, en preparación) y naciones luso-hispanas en América Central y del Sur.

Estas redes denotan factores culturales y económicos subyacentes de diferenciación regional dentro de los patrones mundiales.

d. Entornos internacionales de naciones

Como se ha señalado, no todos los países se pueden visualizar individualmente en el mapa mundial en <http://www.leydesdorff.net/intcoll/intcoll.htm> debido a que no alcanzan los umbrales. Los análisis regionales, con umbrales menos estrictos

sobre el volumen de actividad y de colaboración, permiten ampliar este análisis y mostrar cómo algunos países pueden convertirse en centros locales para las nuevas redes regionales (Adams; King; Hook, 2010; Adams et al., 2011).

Indonesia, por ejemplo, tiene 559 artículos, pero contados fraccionadamente suman sólo 227,9 documentos escritos en coautoría. Usando *Pajek* (o cualquier otro programa de análisis de redes), se puede llevar el conjunto de co-autoría de un país específico a la posición principal, como se muestra en la figura 4 para Indonesia: en esta llamada “red-ego” se incluyen 86 países, aunque a veces tienen relaciones de co-autoría simples⁴. Aunque no es muy importante en el sistema científico mundial, Indonesia está firmemente conectada en red pues en promedio cada documento tiene 2,5 coautores (= 559 / 227,9). Las principales relaciones internacionales las mantiene con los vecinos industriales avanzados de la región de Asia-Pacífico, EUA y determinadas naciones europeas. Muchas de estas relaciones pueden ser consecuencia de que los autores han estudiado en el extranjero como postdocs o como estudiantes de doctorado.

Teniendo en cuenta el origen y los lectores de esta revista, se nos pidió dedicar atención a América Latina, España y Portugal. En la figura 5 se puede ver la red de colaboración entre estos países, entre los cuales algunos son francófonos (por ejemplo, Haití) o anglófonos (por ejemplo, Trinidad Tobago), pero parecen estar integrados en la región.

La figura 5 muestra en primer lugar la conexión más fuerte en-

tre España y Portugal –ya que ambos son estados miembros de la UE- que contrastan con las respectivas relaciones lingüísticas latinoamericanas. España ha actuado como un nodo o hub entre la UE y América Latina, más que Portugal (Glänzel et al., 2006). Las relaciones entre Chile, Brasil y Argentina están menos desarrolladas que las que existen entre cada uno de estos países y España (Presmanes; Zumelzu, 2003). Los países con idiomas distintos del español o el portugués son periféricos a la red, al igual que algunos países de América Central. En resumen, la colaboración Sur-Sur sigue siendo periférica cuando se evalúa desde el punto de vista global (Adams et al., en preparación).

Resumen y conclusiones

La red de relaciones de coautoría ofrece una perspectiva sobre los rankings y las posiciones de los países alternativa a las clasificaciones de publicaciones compartidas y citaciones. El grupo principal de las naciones que colaboran entre sí está dominado por un subconjunto de naciones de investigación intensiva de Europa Occidental y los EUA. Esta configuración fue cuestionada durante la década de 1990 y principios de 2000 por la llegada de nuevos contendientes a nivel mundial. Como demuestra el análisis, en este proceso de globalización participan todas las naciones del mundo. Aunque en determinado momento Leydesdorff y Wagner (2008) temieron que un pequeño grupo de aproximadamente 14 naciones pudiera monopolizar la red reproduciendo así patrones históricos, el grupo de cabeza se ha triplicado a más de 40 países en los últimos cinco años (figura

3), lo que sugiere que la dinámica a nivel global funciona de otra manera. Por lo tanto, el desarrollo es más inclusivo que antes, con características más similares a un sistema abierto, y con cierta diferenciación regional distinta de la agrupación centro-periferia que en el pasado caracterizaba el sistema global.

Se puede esperar que la globalización de las relaciones de coautoría en los niveles actuales -con casi el 25% de los artículos relevantes con coautores internacionales, que incluyen casi el 40% de las direcciones institucionales del archivo utilizado- haya cambiado (o al menos refleje los cambios) la estructura de la ciencia y la dinámica de creación de conocimiento en el núcleo básico. Mientras que antes el contexto de descubrimiento que generaba conocimiento se consideraba principalmente social, y el contexto de validación se veía como global (o universal) (Popper, [1935] 1959), hoy en día los dos contextos están cada vez más entremezclados.

Gibbons et al. (1994) formularon la hipótesis de un tercer “contexto de aplicación” que permite a los distintos agentes participar en el proceso de producción de conocimiento y validación (cf. Lepori, 2011). Las po-

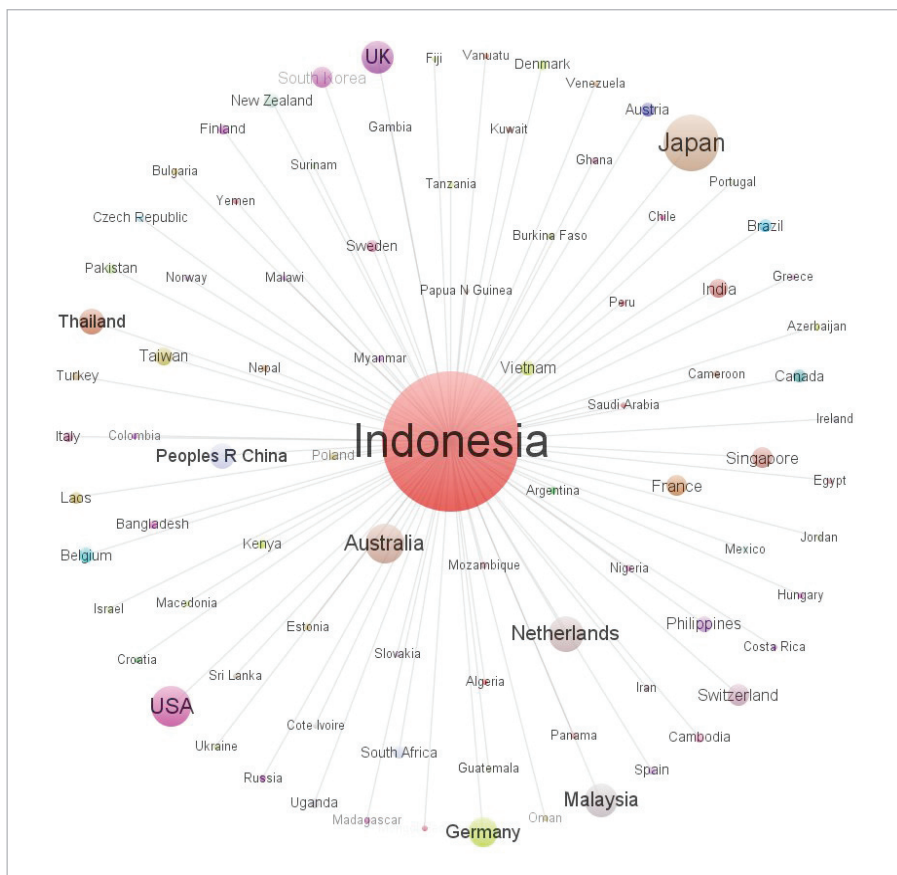


Figura 4. 1021 relaciones de co-autoría internacional con autores de 86 países basadas en 559 documentos con una dirección en Indonesia en 2011; $k=1$ network en *Pajek*. Un fichero equivalente puede visualizarse mediante VOSViewer usando http://www.vosviewer.com/vosviewer.php?map=http://www.leydesdorff.net/intcoll/indon_map.txt&network=http://www.leydesdorff.net/intcoll/indon_net.txt&n_lines=3000&label_size=1.35

líticas científicas nacionales basadas en instituciones creadas en el siglo XX pueden ser menos eficaces ahora para influir en un sistema tan complejo y adaptativo como el que se está desarrollando a nivel mundial.

Notas

1. Las direcciones de Inglaterra, Escocia, Gales e Irlanda del Norte se codificaron como UK.

2. *Pajek* es un programa para visualizar y analizar redes, gratuito para uso no comercial: <http://pajek.imfm.si/doku.php?id=download>

3. *VOSViewer* es un programa para visualización y análisis de redes gratuito: <http://www.vosviewer.com>

4. El fichero sobre Indonesia está disponible online para fines didácticos en: <http://www.leydesdorff.net/intcoll/indonesia.paj>

Después de abrir el fichero en *Pajek* los pasos son:

1. Leer la red completa (“coocc201.net”; incluido en el fichero “indonesia.paj”).

2. Network > Partition > k-neighbours;

seleccionar el número de nodo y la distancia 1.

3. Operations > Network + Partition > extract subnetwork 0-1; “0” para ego, “1” para k=1 neighbours.

4. Partition > Make Cluster > 1 (sólo k=1 neighbours).

5. Operations > Network + Partition > Transform > Remove Lines > Inside Cluster 1 (esto es, enlaces entre k-neighbours).

6. Draw > Network + first partition.

7. Hay que cerrar “labeling only the cluster” en Options en la pantalla de visualización; si no sólo se ve etiquetado k-neighbours.

Agradecimientos

Algunos autores agradecen el apoyo recibido del *Programa SSK (Social Science Korea)* subvencionado por la *National Research Foundation* de Corea del Sur; NRF-2010-330-B00232

Referencias

Adams, Jonathan (2012). “Collaborations: the rise of research networks”. *Nature*, n. 490, pp. 335-336.

<http://www.nature.com/nature/journal/v490/n7420/full/490335a.html>

<http://dx.doi.org/10.1038/490335a>

Adams, Jonathan; Gurney, Karen; Hook, Daniel; Leydesdorff, Loet (2013). “International collaboration clusters in Africa” (en prensa). <http://arxiv.org/pdf/1301.5159v1>

Adams, Jonathan; King, Christopher; Hook, Daniel (2010). *Global research report: Africa*. Leeds, UK: Evidence Thomson Reuters. ISBN: 1 904431 25 9

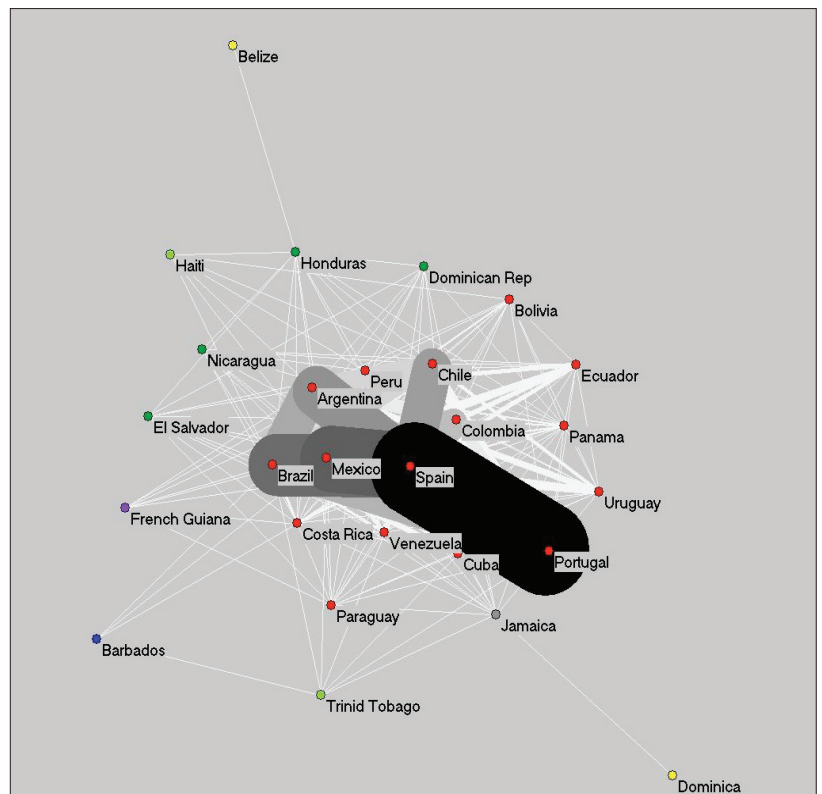


Figure 5. Red de co-autoría de 27 países relacionados con Latinoamérica.

Adams, Jonathan; King, Christopher; Pendlebury, David; Hook, Daniel; Wilsdon, James (2011). *Exploring the changing landscape of Arabian, Persian and Turkish research*. Leeds, UK: Evidence Thomson Reuters. ISBN: 1 904431 27 5

Ahlgren, Per; Jarneving, Bo; Rousseau, Ronald (2003). “Requirements for a cocitation similarity measure, with special reference to Pearson’s correlation coefficient”. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 54, n. 6, pp. 550-560.

<http://dx.doi.org/10.1002/asi.10242>

Barjak, Franz; Eccles, Kathryn; Meyer, Eric T.; Robinson, Simon; Schroeder, Ralph (2013). “The emerging governance of e-infrastructure”. *Journal of computer-mediated communication*.

<http://dx.doi.org/10.1111/jcc4.12000>

Ben-David, Joseph (1971). *The scientist’s role in society: a comparative study*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Choi, Sujin (2012). “Core-periphery, new clusters, or rising stars?: international scientific collaboration among ‘advanced’ countries in the era of globalization. *Scientometrics*, v. 90, n. 1, pp. 25-41.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0509-4>

Crane, Diana (1972). *Invisible colleges: diffusion of knowledge in scientific communities*. Chicago: University of Chicago Press. ISBN: 978 0226118574

Gibbons, Michael; Limoges, Camille; Nowotny, Helga; Schwartzman, Simon; Scott, Peter; Trow, Martin (1994). *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage. ISBN: 978 0803977945

Glänzel, Wolfgang; Schlemmer, Balázs (2007). “National re-

search profiles in a changing Europe (1983–2003). An exploratory study of sectoral characteristics in the Triple Helix”. *Scientometrics*, v. 70, n. 2, pp. 267-275.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-007-0203-8>

Glänzel, Wolfgang; Leta, Jacqueline; Thijs, Bart (2006). “Science in Brazil. Part 1: a macro-level comparative study”. *Scientometrics*, v. 67, n. 1, pp. 67-86.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-006-0055-7>

Katz, J. Sylvan; Martin, Ben R. (1997). “What is research collaboration?” *Research policy*, v. 26, n. 1, pp. 1-18.

http://www.sussex.ac.uk/Users/sylvank/pubs/Res_col9.pdf

Kwon, Ki-Seok; Park, Han-Woo; So, Minho; Leydesdorff, Loet (2012). “Has globalization strengthened South Korea’s national research system? National and international dynamics of the Triple Helix of scientific co-authorship relationships in South Korea”. *Scientometrics*, v. 90, n. 1, pp. 163-175.

<http://www.leydesdorff.net/koreath.11/koreath.11.pdf>

<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0512-9>

Larivière, Vincent; Gingras, Yves; Archambault, Éric (2006). “Canadian collaboration networks: A comparative analysis of the natural sciences, social sciences and the humanities”. *Scientometrics*, v. 68, n. 3, pp. 519-533.

http://chss2.gogpg.com/Portals/0/docs/Canadian_Networks_Final.pdf

<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-006-0127-8>

Laudel, Grit (2002). “What do we measure by co-authorships?” *Research evaluation*, v. 11, n. 1, pp. 3-15.

<http://dx.doi.org/10.3152/147154402781776961>

Lepori, Benedetto (2011). “Coordination modes in public funding systems”. *Research policy*, v. 40, n. 3, pp. 355-367.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2010.10.016>

Leydesdorff, Loet; Sun, Yuan (2009). “National and international dimensions of the Triple Helix in Japan: university-industry-government versus international co-authorship relations”. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 60, n. 4, pp. 778-788.

<http://arxiv.org/pdf/0911.1055v1>

Leydesdorff, Loet; Wagner, Caroline S. (2008). “International collaboration in science and the formation of a core group”. *Journal of informetrics*, v. 2, n. 4, pp. 317-325.

<http://www.leydesdorff.net/cswagner07/index.htm>

<http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2008.07.003>

Melin, Goran; Persson, Olle (1996). “Studying research collaboration using co-authorships”. *Scientometrics*, v. 36, n. 3, pp. 363-377.

National Science Board (2012). *Science and engineering indicators*. Washington DC: National Science Foundation.

<http://www.nsf.gov/statistics/seind12>

Persson, Olle (2010). “Are highly cited papers more international?” *Scientometrics*, v. 83, n. 2, pp. 397-401.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-009-0007-0>

Persson, Olle; Glänzel, Wolfgang; Danell, Rickard (2004). “Inflationary bibliometric values: The role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies”. *Scientometrics*, v. 60, n. 3, pp. 421-432.

<http://dx.doi.org/10.1023/B:SCIE.0000034384.35498.7d>

Plume, Andrew (2011). Tipping the balance: the rise of China as a science superpower. *Research trends*, n. 22.

<http://www.researchtrends.com/issue22-march-2011/tipping-the-balance-the-rise-of-china-as-a-science-superpower>

Popper, Karl R. ([1935] 1959). *The logic of scientific discovery*. London: Hutchinson. ISBN: 3 16 148410 X

Presmanes, Beatriz; Zumelzu, Ernesto (2003). “Scientific cooperation between Chile and Spain: Joint mainstream publications (1991-2000)”. *Scientometrics*, v. 58, n. 3, pp. 547-558.

<http://dx.doi.org/10.1023/B:SCIE.0000006879.96909.ef>

Schott, Thomas (1991). “The world scientific community: globality and globalisation”. *Minerva*, v. 29, n. 4, pp. 440-462.

<http://dx.doi.org/10.1007/BF01113491>

Wagner, Caroline S. (2008). *The new invisible college*. Washington, DC: Brookings Press. ISBN: 978 0 8157 9213 0

Wagner, Caroline S.; Leydesdorff, Loet (2005). “Network structure, self-organization and the growth of international collaboration in science”. *Research policy*, v. 34, n. 10, pp. 1608-1618.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2005.08.002>

Wagner, Caroline S.; Wong, Shing K. (2012). “Unseen science? Representation of BRICs in global science”. *Scientometrics*, v. 90, n. 3, pp. 1001-1013.

<https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/42446/391-1809-2-PB.pdf>

<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0481-z>

Wagner, Caroline S.; Park, Han-Woo; Adams, Jonathan; Leydesdorff, Loet (in preparation). Policy implications of the global network of science.

Woolgar, Steve W. (1976). “The identification and definition of scientific collectivities”. In: Gerard Lemaine *et al.* (Eds.). *Perspectives on the emergence of scientific disciplines*. The Hague: Mouton, pp. 233-245.

Zhou, Ping; Glänzel, Wolfgang (2010). “In-depth analysis on China’s international cooperation in science”. *Scientometrics*, v. 82, n. 3, pp. 597-612.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-010-0174-z>