

# Hacia la construcción de una propuesta analítica para el estudio de las redes de colaboración: *CIENCIA ergo sum*

Eduardo Aguado-López\*, Rosario Rogel-Salazar\* y Alejandro Velazquez-Álvarez\*

Recepción: 30 de mayo de 2007

Aceptación: 18 de febrero de 2008

\* Grupo de investigación Redalyc, Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública, Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: eal@uaemex.mx; rrs@uaemex.mx ; alexvalvarez@hotmail.com

**Resumen.** El objetivo del trabajo es mostrar la construcción y desarrollo de una propuesta que permita el estudio de las redes de colaboración científica a partir de las revistas científicas, tomando como caso la revista *CIENCIA ergo sum*. Se toma el artículo como referencia para el análisis de la conformación de redes, es decir, la visualización de los mecanismos de interacción y cooperación entre investigadores provenientes de diferentes ámbitos institucionales y nacionales para la producción del conocimiento. Se analiza la producción científica de 1999 al 2006, su internacionalización y los actores inmiscuidos en ésta: países, instituciones y autores. Se concluye que las redes de colaboración a partir de las coautorías son un valioso instrumento para identificar la consolidación de un proyecto editorial y su posicionamiento dentro de la comunidad académica, institucional, nacional e internacional.

**Palabras clave:** redes de colaboración, internacionalización, revistas científicas, indicadores bibliométricos, estudios sociales de la ciencia.

**Towards the Construction of an Analytical Model of Collaboration Networks:** *Ciencia ergo sum*

**Abstract.** This work presents the construction and development of an analytical model of scientific collaboration networks based on scientific journals, taking *CIENCIA ergo sum* as a case study. We consider that an article can be taken as a reference for the net conformation analysis, that is, the interaction and cooperation mechanism visualization between researchers that come from different institutional and national backgrounds for knowledge generation. Scientific production from 1999 to 2006 is analyzed according to its internationalization level and to the participants: implicated: countries, institutions and authors. It is concluded that the collaboration networks from the co-authorial work are a valuable instrument to identify the consolidation of an editorial project and its positioning within the academic, institutional, national and international community. *CIENCIA ergo sum* has a very significant institutional and national presence, with a new tendency for international collaboration between authors who choose it to spread their research results.

**Key words:** Collaboration networks, scientific internationalization, scientific journals, biometric indicators, social studies of science.

## Introducción

La formación de grupos y redes de investigadores de diversos países e instituciones se ha impulsado fuertemente desde hace un par de décadas, dando

origen a una colaboración científica cada vez más globalizada y dinámica entre los diversos campos disciplinares. La internacionalización de la ciencia ha promovido la formación de equipos multidisciplinarios que trabajan en red

(networking), buscando que la difusión de los conocimientos sea más accesible y de alto impacto. En efecto, en la última reunión anual de Ministros de Ciencia y Tecnología de los países de la OCDE en el 2003, se elaboró una declaración

según la cual la cooperación científica y tecnológica, nacional e internacional, se considera de extrema importancia para facilitar el desarrollo sostenible como base para alcanzar la independencia socioeconómica de los países en desarrollo.

El análisis comienza con la colaboración entre países, que se produce cuando dos o más naciones participan en un mismo documento; la colaboración institucional que se divide en dos rubros: *a)* entre instituciones del mismo país (colaboración nacional) y *b)* institucional de carácter internacional con dos o más instituciones de diferentes nacionalidades. Por último, la cooperación entre autores, que se produce cuando dos o más autores de diferentes o iguales instituciones trabajan conjuntamente para la producción de documentos.

La finalidad es realizar una revisión de la revista multidisciplinaria *CIENCIA ergo sum* y los actores participantes en su generación. Esta publicación es un órgano académico cuatrimestral de comunicación de la Universidad Autónoma del Estado de México que inició su trabajo editorial en 1993, y en 1994 apareció su primer número distribuyéndose a nivel nacional e internacional. Actualmente aparece la primera quincena de marzo, julio y noviembre de cada año y en sus páginas se publican artículos académicos de cualquier área del conocimiento. La revista es una publicación científica multidisciplinaria con carácter humanista; en este sentido, se conformó en dos grandes partes: una dedicada a la divulgación y otra a la difusión del conocimiento científico, tecnológico y humanístico. En la parte de difusión se publican trabajos relacionados con ocho áreas del conocimiento científico: sociales, humanas y de la conducta, salud humana, de la tierra y de la atmósfera, aplicadas, naturales y exactas, biológicas del mar y limnología.

Considerando que el trabajo se centra en la producción y colaboración científica de la revista, sólo se cuantifican los aspectos más tangibles, sin tomar en cuenta la calidad de los documentos y de la misma cooperación. Los criterios para definir la calidad del contenido de los artículos es analizada por su comité editorial a través del proceso de revisión por pares; sin embargo, se considera relevante realizar un acercamiento a los mecanismos de colaboración para identificar sus formas de comunicación, tanto en el ámbito nacional e internacional. Los datos derivados del análisis permitirán que se conozcan las redes de colaboración de una revista, disciplina, institución, país, etcetera., así como realizar comparaciones para tener una imagen de la forma en que se está realizando la producción académica en Iberoamérica a fin de identificar tanto las áreas necesarias de atención como de investigación.

### 1. Las redes de colaboración científica

Las redes de colaboración científica son el medio para identificar las relaciones existentes entre los diversos actores que intervienen en el desarrollo científico y tecnológico en la medida que se establecen mecanismos de colaboración de investigadores que pertenecen a instituciones diferentes pero que tienen objetos de investigación en común (Albornoz y Alfaraz, 2006; Molina *et al.*, 2002). A decir de Perianes (2006) los trabajos de colaboración benefician a todas las instituciones involucradas, permitiendo la consolidación de la investigación desarrollada en universidades, justificando las inversiones en ciencia y tecnología. La evaluación de la productividad científica es uno de los indicadores construidos a partir de los mecanismos de difusión científica, porque se busca que los procesos de investigación no se limiten al ámbito nacional o regional, sino que de-

ben lograr la inserción en la producción mundial.

La coautoría y la citación son indicadores disponibles para el análisis de la colaboración científica. Los resultados que se obtienen a partir de su análisis son un componente de referencia para los investigadores e instituciones. De acuerdo con Perianes (2006) la coautoría es imperfecta y sólo representa un indicador parcial; sin embargo, presenta ventajas: es invariable y verificable, permitiendo el acceso al mismo conjunto de documentos y a otros investigadores, facilitando así la reproducción de resultados. Resulta un método práctico y poco costoso para cuantificar la colaboración.

El análisis de los procesos de vinculación conlleva a la formulación de planteamientos sobre:

cuáles son las áreas de especialización y su rol en la colaboración, qué instituciones están detrás de los países y qué papel desempeñan en la red, cuáles son las políticas de fomento a la colaboración en investigación (Moya, 2006).

La producción científica de un país no es reductible a un proceso aislado, por el contrario establece mecanismos de comunicación con la comunidad nacional e internacional, motivo por el cual son relevantes las comparaciones respecto a la colaboración científica que es un indicador importante para los investigadores y para los responsables de la elaboración de la política en ciencia y tecnología.

La magnitud y complejidad de la colaboración puede presentarse en diferentes formas: nacional, que se produce cuando dos o más investigadores del mismo país pero de diferentes organizaciones trabajan en el mismo proyecto; regional, que se desarrolla entre científicos de diferentes países situados dentro de la misma región geográfica; e internacional, cuando en la investigación participan dos o más científicos de diferentes países. En este



contexto resulta imprescindible contar con los instrumentos metodológicos y conceptuales para analizar la integración e intercambio realizado por los investigadores teniendo como referencia los artículos publicados en revistas científicas, aspecto que busca comprender este trabajo.

La influencia de la OCDE en la elaboración de indicadores de la producción científica ha recuperado la relevancia de fomentar el análisis y comprensión de la colaboración científica, porque son el parámetro para analizar la producción académica y el intercambio entre investigadores, además permiten identificar aquellos campos de innovación. El creciente avance en la generación de indicadores bibliométricos que analizan la estructura de las publicaciones en ciencia y tecnología permite identificar el pulso del desempeño y modificaciones de los campos científicos, a la vez que facilitan la evaluación del desempeño de grupos de investigación, instituciones y países en ellos. Para la generación de estos indicadores –entre otros– se han utilizado datos de co-publicaciones obtenidos parcialmente de ISI-Thompson, últimamente de Scopus o de las bases de datos iberoamericanas.

Los mecanismos de difusión científica requieren que la investigación se realice con la participación de científicos que laboren en diferentes instituciones pero que tengan en común un proyecto para generar medios de intercambio, colaboración y visibilidad, en términos de Imre Lakatos un programa de investigación. Las redes que se establecen en colaboración internacional, dan cuenta de las funciones de las instituciones en dos aspectos:

la vertebración de la estructura científica del conocimiento y la tarea de facilitar y simplificar la puesta en marcha de acciones encaminadas a la internacionalización de la investigación (Moya, 2006).

Al evocar el concepto de red, Arellano (2006) refiere que éste no sólo plantea una idea relacional, también revela un problema de método para reconocer la naturaleza de la relación entre los actores. En consecuencia, es relevante enfatizar que realizar un estudio sobre los mecanismos de colaboración de las comunidades académicas representa un tema que forma parte de la agenda de los estudios sociales de la ciencia, considerando que en la producción de conocimiento se generan relaciones sociales entre investigadores, mismas que son necesarias de investigar, ya que nos acerca a la organización social de la ciencia.

Desde esta perspectiva se retoma el planteamiento de Casas (2001b: 13) al enfatizar que en los análisis de los procesos de transferencia del conocimiento es relevante comprender la naturaleza de las interrelaciones entre los productores y los usuarios del conocimiento, si bien nuestro trabajo sólo analiza los mecanismos de colaboración, en un primer acercamiento se plantea la necesidad de profundizar en la naturaleza de los vínculos de los actores involucrados en la producción y uso del conocimiento.

## 2. Metodología

Para realizar este trabajo se utilizaron las bases de datos de la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc, [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org)), que recoge la producción científica de las revistas incluidas en su acervo de acceso abierto, y tiene la particularidad de registrar los nombres de todos los autores que firman los trabajos, las instituciones y nacionalidad de éstas, lo que la hace especialmente adecuada para llevar a cabo estudios de redes de colaboración.

La estrategia utilizada para obtener la base de datos de este estudio

comenzó por la obtención de los documentos provenientes de la revista *CIENCIA ergo sum*, con fecha de publicación de los años de 1999 al 2006, en los que figura el nombre de los autores, las instituciones a las que pertenecen y la nacionalidad de éstas. Se llevó a cabo un exhaustivo trabajo de depuración de la base de datos sobre todo en el nombre de la institución, donde algunas veces venía el nombre de ésta en inglés y otras tantas en español, lo cual remite a la necesidad de generar mecanismos de normalización editorial que servirán en los análisis sobre la organización social de la ciencia. También se investigó el país de varias instituciones, pues en algunos casos la base sólo reportaba el nombre. Esta información se extrajo de la web con la finalidad de depurar el proceso de revisión para el análisis de las colaboraciones.

En el proceso de depuración de la base de datos también se encontraron trabajos donde la institución no se conocía y se caracterizaron bajo la denominación de “Sin institución” (NC). Una vez homogenizados, se emplearon programas específicos para tratar la información.<sup>1</sup> La inclusión

1. Los programas utilizados para la homogeneización integran un software RL que permite la visualización de las relaciones creadas entre actores en la elaboración de artículos disponibles en bases de datos, en particular son útiles en la generación de redes de colaboración, pues son la referencia en la generación gráfica de las conexiones entre elementos heterogéneos como: autor, país, universidad y centros de investigación. Éste es un instrumento de análisis de datos que establece las relaciones significativas entre diversos elementos que integran las redes y que son el objeto para reflexionar sobre la dinámica y complejidad de la producción científica, en particular la formulación de datos empíricos y cuantitativos sobre la estructuración de los procesos de visualización.

del (NC) tiene como finalidad destacar los problemas de normalización en la realización del análisis de colaboración, pues al sistematizar la información es frecuente desconocer las instituciones de adscripción de los autores, lo que conlleva a considerar que están adscritos a instituciones privadas o prefieren no mostrar su lugar de procedencia; esta situación también es una muestra de los problemas que se presentan en la profesionalización del proceso editorial y las dificultades –por la carencia de normalización– para elaborar indicadores científicos regionales.

Se generaron indicadores resumen de acuerdo con la participación en la producción de documentos, mismos que pueden ser perfectamente comparables con los índices de otras bases de datos de revistas inscritas en Redalyc bajo la misma metodología de estudio. Después de la caracterización realizada por año de publicación, tipo de producción y la participación por

país, institución y autor se calcularon los indicadores de colaboración científica por medio de matrices de tipo 1 y 2 donde se diferencian las propiedades de cada uno de los trabajos (autores, instituciones y países participantes). Se estudian los tamaños de las redes de colaboración (entre países, instituciones y autores) diferenciando los trabajos generados individualmente y los producidos en colaboraciones de dos, tres, cuatro y más actores dependiendo del grado de complejidad (país, institución, autor).

La adscripción de los documentos se hace a cada uno de los países, instituciones y autores firmantes de éstos. No obstante, se presenta un “inconveniente” en este método ya que los trabajos realizados en colaboración se “duplican” en los recuentos lo que ocasiona que las sumatorias sean superiores al total “real”; sin embargo, esto permite cuantificar la participación efectiva de los distintos países, instituciones y autores en los do-

cumentos, por lo que ofrece una visión más completa de la producción científica en la revista.

### 3. Patrones de producción científica

El total de trabajos publicados en la revista *CIENCIA ergo sum* durante el periodo 1999-2006 ascendió a 333 documentos; las instituciones participantes suman 74 y 397 autores. Como se ha dicho, la colaboración permite una aproximación al análisis de las redes de conocimiento entendiendo que “el concepto de redes se aplica al análisis de las relaciones entre los diferentes actores que intervienen en el proceso de generación y transmisión de conocimientos” (Casas, 2001a), ayudando a la comprensión e interpretación de las características que asume la producción científica, en tanto empresa de escritura, además de constituirse en elementos de apoyo para la formulación de políticas en ciencia y tecnología.

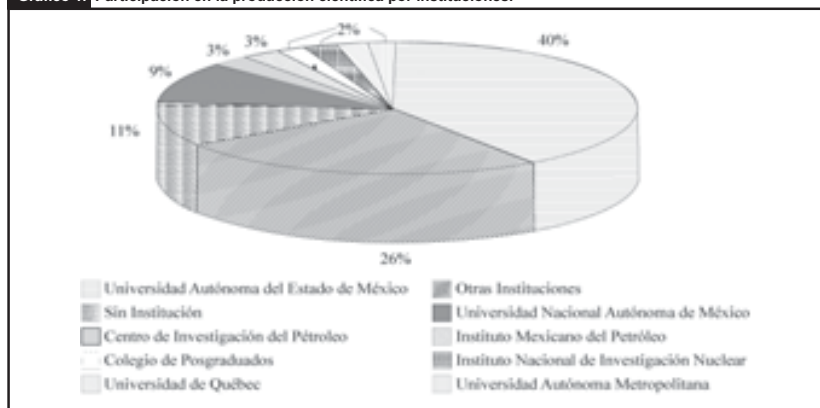
En el cuadro 1 se muestran los patrones de producción científica; el número de trabajos (333) no concuerda con la sumatoria en la columna de adscripciones debido a que en éste se contabilizan las firmas de los autores de cada uno de éstos. Como plantean Olmeda-Gómez *et al.* (2007) los estudios sobre la literatura científica hacen posible identificar ciertas relaciones entre los documentos de una determinada colección y de este modo observar la influencia de autores individuales, reconocer subdisciplinas o trazar el desarrollo histórico y el progreso de un área de interés.

En el cuadro 1 se muestran cuatro de los ocho países participantes en nuestro periodo de estudio más la variable No se conoce/Sin institución. En dicha referencia destaca la centralidad de México en la producción, por lo que la revista, dentro del proceso de consolidación editorial que desarrolla, deberá incentivar la diversidad en la procedencia de los autores.

**Cuadro 1. Patrones generales de producción científica.**

Nacionalidad	Instituciones	%	Autores	%	Adscripciones	%
Argentina	5	6.8	7	1.8	8	1.3
Canadá	5	6.8	13	3.3	24	4.0
Chile	2	2.7	2	0.5	2	0.3
Cuba	3	4.1	17	4.3	28	4.7
España	9	12.2	16	4.0	21	3.5
Estados Unidos	4	5.4	4	1.0	5	0.8
México	42	56.8	284	71.5	440	73.9
Rusia	2	2.7	2	0.5	2	0.3
No se conoce	2	2.7	52	13.1	65	10.9
Total	74	100	397	100	595	100

**Gráfico 1. Participación en la producción científica por instituciones.**



Se aprecia que México posee la mayor participación con 440 de las 595 adscripciones, es decir, tres de cada cuatro documentos contienen una adscripción de origen mexicano, seguido por las adscripciones desconocidas con el 10.9%. Las naciones de Argentina, Estados Unidos, Chile y Rusia sólo aglutinan 17 participaciones equivalentes al 2.7% de la participación total. En resumen, la mayor proporción de documentos publicados son elaborados por investigadores mexicanos, siendo incipiente la recepción de trabajos de otros países. Estos datos muestran el carácter nacional de la revista.

### ***3.1. Participación en la producción científica por instituciones***

En cuanto a la participación de las instituciones por número de adscripciones, se aprecia en el gráfico 1 que la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) abarca el 40%; seguida por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con el 9% de las participaciones, mostrando una fuerte colaboración institucional.

Los autores que no contenían nombre de institución representan el 11%, mientras que el Centro de Investigaciones del Petróleo y el Instituto Mexicano del Petróleo, la primera institución de origen cubano, y mexicano la segunda, poseen 20 y 18 participaciones respectivamente, representando cada una 3% del total. Dos elementos a destacar: primero, los centros de investigación asociados al petróleo realizan colaboración especializada internacional de alto nivel y, el segundo, que en realidad es una agenda de investigación: ¿por qué los grupos especializados escogen una revista para mandar sus trabajos?, ¿cómo definen el espacio idóneo para diseminar sus contribuciones?, ¿la postulación de trabajos obedece a redes con los equipos editoriales?, ¿los autores conocen el

impacto y visibilidad de la revista y les convence?, ¿los centros de investigación no articulados a universidades se adscriben a reglas diferentes en la valoración de su trabajo académico?, ¿es mayor o menor el conocimiento de las revistas de corriente principal por parte de estos grupos de investigación?

Además de la institución cubana, se tiene la presencia de la Universidad de Quebec (Canadá) con doce participaciones. Estas dos instituciones son las únicas internacionales que figuran entre las primeras nueve, y las adscripciones de ambas instituciones internacionales representan el 5% del total. Los vínculos de colaboración científica están concentrados y son constantes –Cuba y Canadá– en áreas relacionadas con las disciplinas exactas y naturales donde hay mayor tendencia a establecer mecanismos interdisciplinarios respecto a las ciencias sociales y humanidades.

Al desglosar las 65 instituciones representadas por “Otras instituciones”, las instituciones internacionales son 29 (45%) mientras que las nacionales suman un total de 36 (55%). Las adscripciones de las instituciones internacionales son 59 y las nacionales suman 97, es decir, el 9.9% y 16.3% respectivamente de acuerdo con el total de participaciones. Una revista en proceso de consolidación debe buscar que las colaboraciones no se restrinjan al ámbito institucional o nacional, sino establecer medios de intercambio a nivel internacional, considerando que los procesos de comunicación paulatinamente se han dinamizado por el uso de las nuevas tecnologías y la necesidad de impulsar los intercambios multidisciplinarios. La difusión de los tiempos de cierre de edición y sus características editoriales incrementarán la postulación de artículos a la revista por lo que abrir espacios específicos de difusión es importante para fortalecer el posicionamiento y calidad de una revista.

De las otras instituciones, las primeras tres internacionales son: la Universidad de Saskatchewan (Canadá), Universidad de La Habana (Cuba) y la Universidad de León (España); las tres primeras mexicanas son El Colegio Mexiquense, la Escuela Nacional de Antropología e Historia y la Universidad de Baja California. Las primeras tres internacionales aglutinan 17 participaciones (2.8% del total) y las tres nacionales representan 26 adscripciones (4.3% de la totalidad de éstas). El carácter nacional de la producción científica muestra también una alta concentración institucional, UAEM y UNAM participan con la mitad de los trabajos de origen nacional. Destaca el papel que ha cumplido este órgano editorial como vehículo de expresión de la producción institucional, con lo cual se ha permitido la comunicación de ideas al interior de la institución, al tiempo que ha servido como un vehículo para iniciar la conformación de redes de colaboración nacional principalmente.

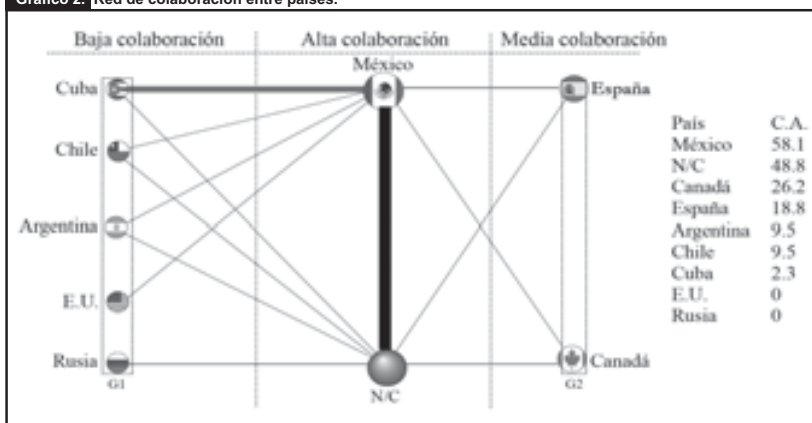
### ***3.2. Participación en la producción científica por autores***

El total de autores participantes es de 397, con 595 adscripciones, cada una es igual a un trabajo publicado. Al realizar el análisis de la producción científica por autores se procedió a enlistar a los principales, los cuales suman un total de trece, la mayoría de ellos proceden de instituciones nacionales y sólo uno pertenece a una institución internacional (Universidad de Quebec, Canadá) y ha publicado ocho trabajos.

Estos trece autores contabilizan 95 documentos, equivalentes a 28.5% del total en el periodo de estudios (333). El 54% de los principales autores provienen de la UAEM; la UNAM y “Sin institución”. En este contexto se enfatiza una tendencia de los autores de publicar parte de su trabajo en revistas institucionales, pero de circulación

**Cuadro 2. Indicadores generales de producción científica.**

Año de publicación	Total trabajos	Instituciones nacionales	Instituciones internacionales	Total	Autores internacionales	Autores nacionales	Total	Total países
1999	33	7	3	10	21	45	66	3
2000	44	14	8	22	21	57	78	8
2001	43	14	8	22	19	56	75	7
2002	42	12	7	19	19	64	83	6
2003	41	12	8	20	14	47	61	6
2004	46	19	6	25	25	60	85	5
2005	50	11	13	24	27	67	94	7
2006	34	11	8	19	10	43	53	6
Total	333	100	61	161	156	439	595	48

**Gráfico 2. Red de colaboración entre países.**

nacional e internacional, considerando que la cobertura de la revista no se ciñe a la versión impresa, al estar en la web y de acceso abierto a los usuarios tiene una presencia que puede ser igualada por la versión impresa. También hay que mencionar que ocho autores concentran más de una cuarta parte de los documentos analizados infiriendo la existencia de una red de autores-editores de los cuales ha dependido, en partes significativas, el desarrollo de la revista. Es importante destacar que las revistas no tienen necesariamente forma para identificar estas tendencias, concentraciones y variaciones de sus contribuciones por lo que la propuesta busca dotar a los actores: editores, autores, instituciones y países de elementos para tomar decisiones que apunten o modifiquen el camino recorrido a partir de los objetivos propuestos. Por otro lado, los datos aislados de una revista

adquieren distinto sentido y significado cuando se compare con la revistas del área, país, antigüedad, etcétera.

#### 4. Indicadores generales de producción científica

Se han generado 333 trabajos, con la participación de 74 instituciones, 8 países, 397 autores y un total de 595 adscripciones. En el cuadro 2 se muestran las sumas totales de adscripciones por año de publicación. El año de 2005 reporta la más alta producción de documentos y la mayor participación tanto de instituciones internacionales como de países. Se identifica también una caída en la tendencia seguida en el 2006: menos trabajos y una mayor proporción de autores nacionales, pero si dejamos de lado este último año vemos una tendencia clara a la internacionalización y diversificación.

#### 4.1. Colaboración científica entre países

En este apartado la cooperación se medirá con la participación entre países para la producción de documentos a lo largo del periodo de estudio. De los 333 documentos publicados, 86.5% (288) se han generado en un solo país (trabajos intercentros), mientras que 13.5% restante fue generado por la colaboración de dos o máximo tres países. El nodo correspondiente a N/C (no se conoce) también se considera como país.

En el gráfico 2 se aprecia la colaboración entre países, el grosor de las conexiones que unen a las naciones representa el grado de colaboración entre ellas, es decir, a medida que el grosor de la línea aumenta, más colaboración se ha presentado. El gráfico se encuentra dividido en tres partes, al centro se muestra a México y al nodo N/C (no se conoce) representando la más alta colaboración indicando la necesidad de normalizar los procesos editoriales; del lado derecho se muestran las naciones de colaboración media y en la parte izquierda aparecen los países con baja cooperación. Al extremo derecho del gráfico también se muestra la Costricción Agregada (C.A.), indicador en puntos porcentuales que mide la colaboración entre países en términos de las conexiones que éstos poseen con sus similares. Cabe destacar que el

indicador no sólo cuenta el número de conexiones, de igual manera cuantifica el grosor de éstas.

Se aprecia que la colaboración a nivel internacional únicamente se ha dado entre España y Canadá generando varios trabajos entre ellos, asimismo, han cooperado con México y N/C de manera simultánea (ver cuadro 3), pero destaca que la mayor parte de las colaboraciones entre estos países no han incorporado a una institución mexicana. El grosor de la línea que une a México y N/C indica que la mayor colaboración se ha dado entre estos dos nodos –claro problema de normalización editorial– mientras que en la parte izquierda se observa que Rusia solamente ha colaborado con N/C y Cuba ha hecho lo propio en mayor

magnitud. Asimismo, Chile, Argentina y Estados Unidos han colaborado de manera incipiente con los círculos del centro (México y N/C). La mayor colaboración –definida por el grosor de la línea– se ha dado entre Cuba y México, relación influida por la interacción entre los grupos de investigación del petróleo de ambos países.

La colaboración país-artículo se muestra en el gráfico 3, los países se encuentran posicionados por orden de importancia en forma descendente de izquierda a derecha. Debajo de éstos se muestran todos los trabajos generados por un solo país (sin colaboración); la parte correspondiente a documentos 2 países representa a los generados con la participación de dos naciones y la última sección expone

los documentos generados por tres países (cuatro trabajos).

En resumen, los documentos en colaboración a nivel países representan el 13.5% del total, el 12.3% se produjo con la participación de dos países y sólo el 1.2% (cuatro trabajos) ha sido realizado con la colaboración de tres naciones, la máxima frecuencia de éstas en colaboración. Estos datos refuerzan la idea de que la revista mantiene colaboraciones a nivel institucional y nacional y es incipiente la colaboración entre países. En términos de visualización, en la medida en que la red superior se vaya haciendo menos densa y las interacciones se vayan trasladando a los niveles inferiores, la revista irá consolidándose como vehículo de comunicación académica.

**Cuadro 3. Matriz relacional de colaboración entre países (producción de trabajos) frecuencias y porcentajes.**

	Argentina	%	Canadá	%	Chile	%	Cuba	%	España	%	E.U.	%	México	%	N/C	%	Rusia	%	Total
Argentina	4	67											1	17	1	17			6
Canadá			10	43					9	39			1	4	3	13			23
Chile					1	33							1	33	1	33			3
Cuba							3	38					4	5	1	13			8
España			9	56					4	25			1	6	2	13			16
E.U.											3	6	2	4					5
México	1	0	1	0	1	0	4	1	1	0	2	1	240	87	25	10			275
N/C	1	2	3	5	1	2	1	2	2	4			25	45	22	39	1	2	56
Rusia															1	5	1	5	2

**Gráfico 3. Red de colaboración países/documentos.**

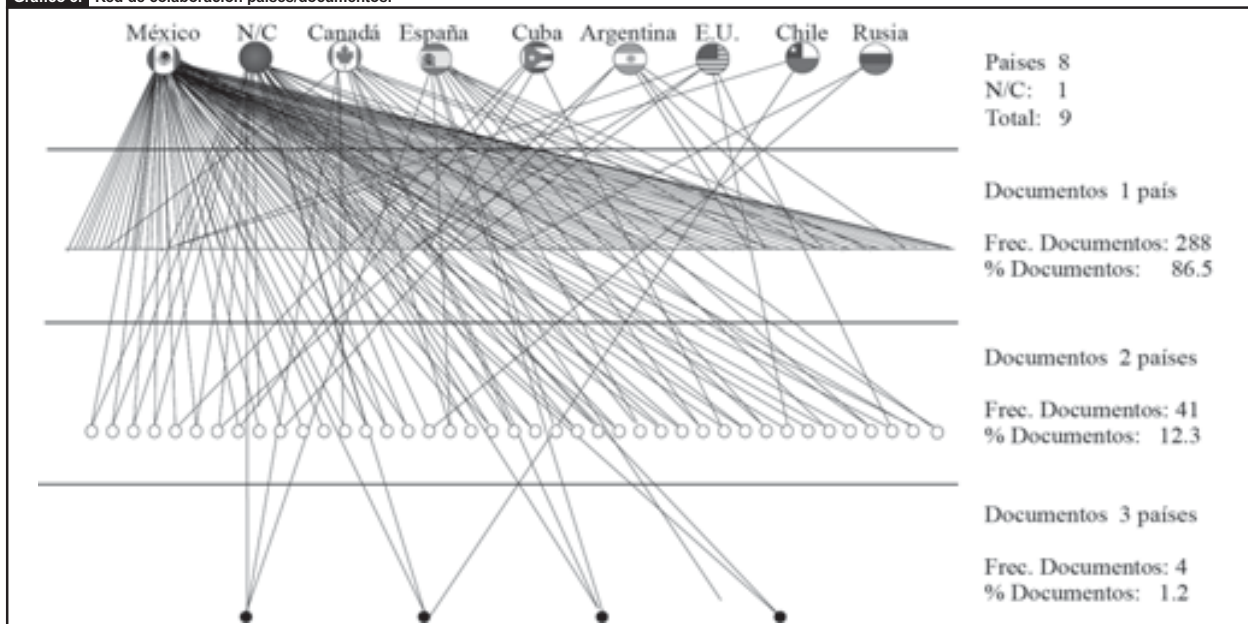


Gráfico 4. Red de colaboración entre instituciones.

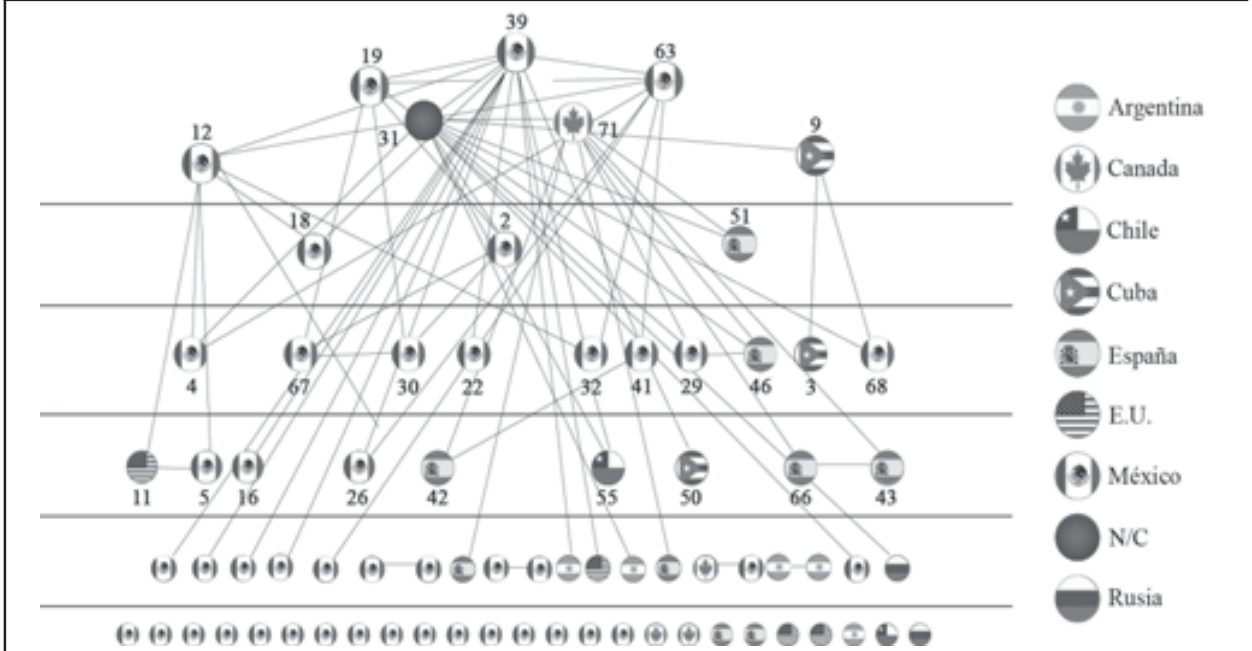
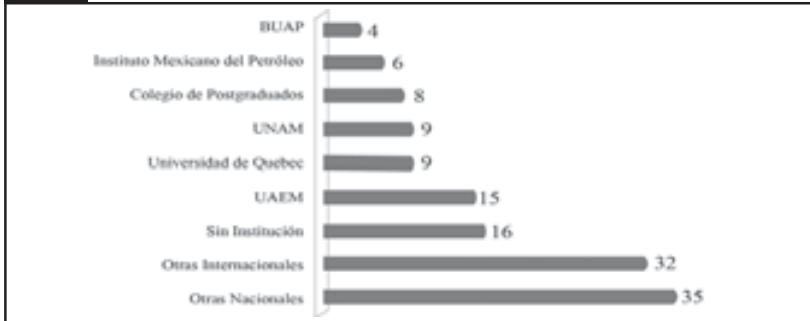


Gráfico 5. Grado nodal de las instituciones.



#### 4.2. Colaboración científica entre instituciones

Del total de trabajos publicados, el 76% (252 documentos) se produjo con una sola institución, el 24% restante se realizó en colaboración de dos, tres y hasta cuatro instituciones. En el gráfico 4 se aprecia la cooperación entre instituciones, éstas se encuentran posicionadas en orden descendente conforme a las conexiones (participaciones con otras instituciones) que poseen con sus similares. En la base del gráfico se muestran las instituciones aisladas, es decir, aquellas que generaron documentos sin colaborar con otra institución. El tamaño de los nodos representa la

cantidad de conexiones, es por esto que las instituciones en la base del gráfico son los círculos más pequeños dado que no colaboraron con ninguna institución (instituciones aisladas). Sobresalen de México la UAEM, la UNAM y el Instituto Mexicano del Petróleo, la Universidad de Quebec y el Centro de Investigaciones del Petróleo de Canadá y Cuba, respectivamente.

En el gráfico 5 se aprecia el grado nodal de las siete instituciones más conectadas junto con las barras que representan a los rubros de “otras nacionales” y “otras internacionales”, los cuales agrupan instituciones (de acuerdo con su nacionalidad) con bajo

o nulo grado nodal, que al sumarlas pues aparecen con un grado nodal mayor. El análisis de colaboración entre instituciones tomó como referencia el grado nodal, es decir, el número de conexiones o participaciones con otras instituciones. Por ejemplo, la UAEM posee un grado nodal de 15, es decir, ha colaborado con 15 instituciones de 74 para producir documentos a lo largo del periodo de estudio. El grado nodal se convierte en un indicador resumen que nos permite identificar las maneras en que evoluciona la interacción de las instituciones, países y autores.

El total de conexiones existentes en la red es de 134, las agrupaciones de “otras nacionales” y “otras internacionales” aglutinan el 50% de estas conexiones (67) mientras que las siete instituciones que se muestran en el gráfico 8 (además de las dos agrupaciones) poseen la otra mitad de las conexiones (67). La Universidad de Quebec es la única institución internacional que se ubica entre las siete primeras con un grado nodal (conexiones) de 9. En el cuadro 4 se ubican las instituciones que forman parte de los



grupos (nacionales e internacionales) antes mencionados.

El gráfico 6 muestra la participación de las siete instituciones principales en la producción de trabajos. La participación considera las ocasiones que cada institución intervino en la generación de un documento, así, la suma de estas participaciones es de 430 y no necesariamente coincide con el total de trabajos publicados (333). El rubro de “otras internacionales” agrupa a las instituciones de origen internacional con poca presencia, mientras que la barra de “otras nacionales” aglutina a las instituciones mexicanas de características similares.

La UAEM posee la mayor presencia en la producción de documentos reportando un 37% del total, seguido por el rubro de sin institución y la UNAM con 12.3% y 10.7%, respectivamente. Asimismo el Colegio de Postgraduados, El Colegio Mexiquense y el Instituto Mexicano del Petróleo registraron 2.1% respectivamente; mientras el grupo de otras instituciones nacionales tiene 19.3%.

La única institución internacional que se representa en el gráfico es la Universidad de Quebec con 2.3%, y que junto con el grupo que representa a las instituciones internacionales reportan un 14.6%; esto es, las participaciones de las instituciones internacionales en la producción de trabajos es de casi 15%, encabezadas por una institución canadiense (Universidad de Quebec). Asimismo, al desglosar la colaboración entre instituciones se obtuvo la proporción por participaciones en la producción de documentos.

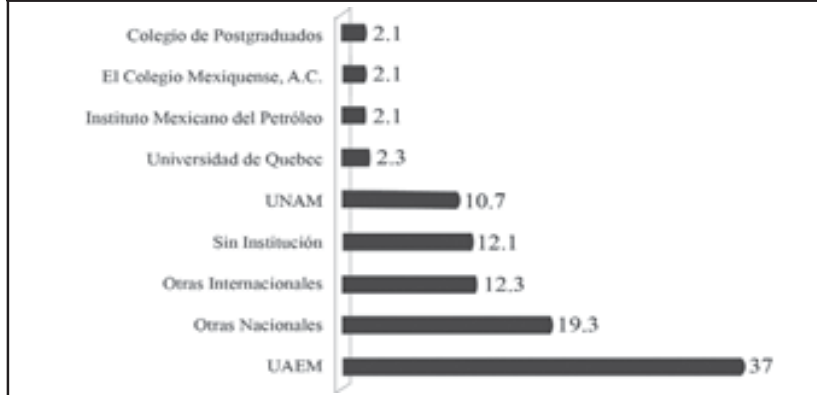
### 5. Grado nodal vs. participaciones

¿Cuál es el objetivo en la política científica: alta productividad, intensa interacción y colaboración, o ambas? A continuación se realiza la comparación

entre el grado nodal y las participaciones de las principales instituciones (en cuanto a participaciones) en ambos rubros. Las instituciones se encuentran ordenadas en forma descendente conforme a las participaciones (producción científica). Los porcentajes del grado nodal representan la proporción de conexiones que cada institución posee con respecto al total posible (en este caso, 74, el total de instituciones participantes), mientras que el porcentaje de participaciones es la proporción de éstas con respecto al total de trabajos generados (333)(cuadro 4).

La UAEM posee un total de 159 participaciones (47.7%) y un grado nodal de 15 (20.3%), es decir, su proporción de participaciones en puntos porcentuales representa más del doble que sus conexiones con otras instituciones. La UNAM tiene 46 participaciones (13.8%) y un grado nodal de 9 (12.2%). Aunque la Universidad de Quebec tiene un total de 10 participaciones y su grado nodal es semejante al de la UNAM. Asimismo el rubro de sin institución obtiene 52 participaciones (15.6%) y un grado nodal de 16 (21.6). Estos indicadores nos

Gráfico 6. Proporción por participaciones en la producción de documentos (instituciones).



Cuadro 4. Grado nodal y participaciones de las principales instituciones.

País	Institución	Total grado nodal	Total participaciones	% Grado nodal	% Participaciones
México	Universidad Autónoma del Estado de México	15	159	20.3	47.7
México	Universidad Nacional Autónoma de México	9	46	12.2	13.8
Canadá	Universidad de Quebec	9	10	12.2	3.0
México	Colegio de Postgraduados	8	9	10.8	2.7
México	Instituto Mexicano del Petróleo	6	9	8.1	2.7
México	El Colegio Mexiquense, A.C.	1	9	1.4	2.7
México	Escuela Nacional de Antropología e Historia	2	8	2.7	2.4
México	Instituto Nacional de Inv. Nucleares	1	8	1.4	2.4
México	Universidad Autónoma Metropolitana	2	7	2.7	2.1
Canadá	Universidad de Saskatchewan	0	7	0.0	2.1
México	Universidad Autónoma Chapingo	2	6	2.7	1.8
México	Instituto Nacional de Antropología e Historia	1	6	1.4	1.8
Cuba	Centro de Investigaciones del Petróleo	3	5	4.1	1.5
México	Benemérita Univ. Autónoma de Puebla	4	4	5.4	1.2
España	Universidad de León	2	4	2.7	1.2
México	Instituto Politécnico Nacional	1	4	1.4	1.2
México	Universidad de Guadalajara	1	4	1.4	1.2
N/C	Sin institución	16	52	21.6	15.6

permiten identificar qué es lo que se quiere incentivar en las instituciones y grupos de investigación: producción, colaboración, impacto, visibilidad o estos elementos en conjunto, aunque

los datos presentados sólo refieren a los dos primeros elementos.

La colaboración país/institución/documento se muestra en el gráfico 7, los países se muestran por orden de impor-

tancia de izquierda a derecha y debajo de éstos aparecen 71 instituciones del periodo de estudios (nodos pequeños en forma de rombo). En la base del gráfico se muestran los tres nodos restantes

Gráfico 7. Red de colaboración nacionalidad/instituciones/documentos.

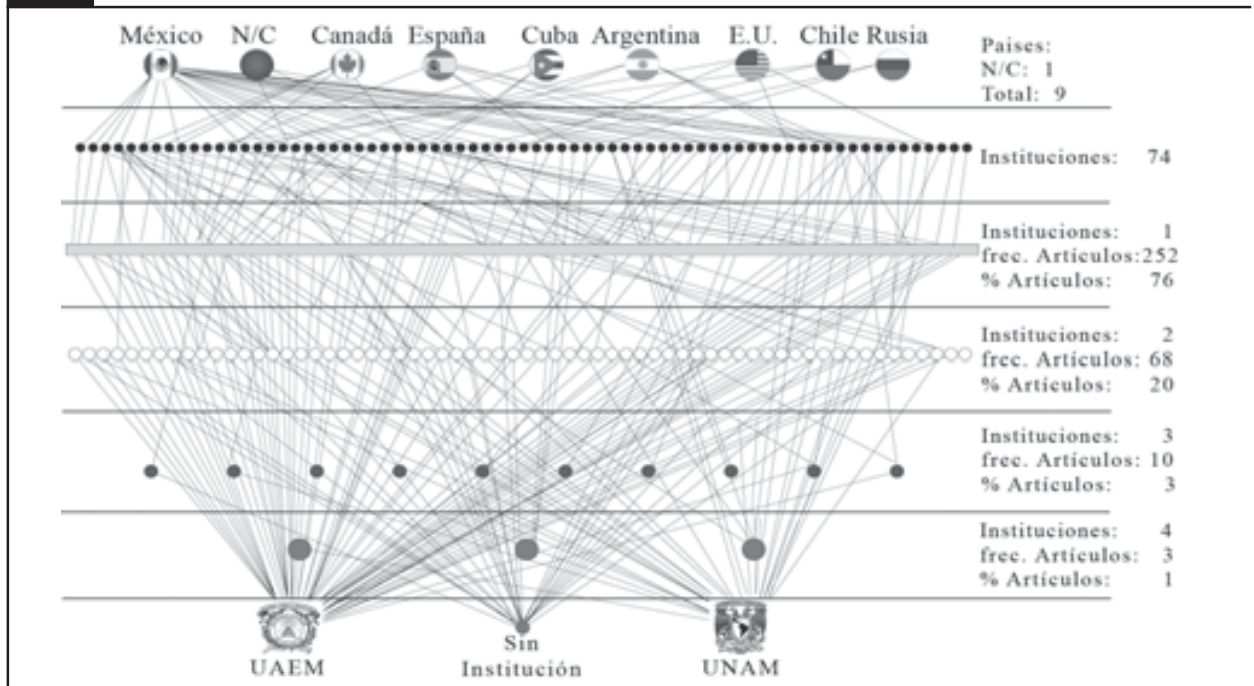
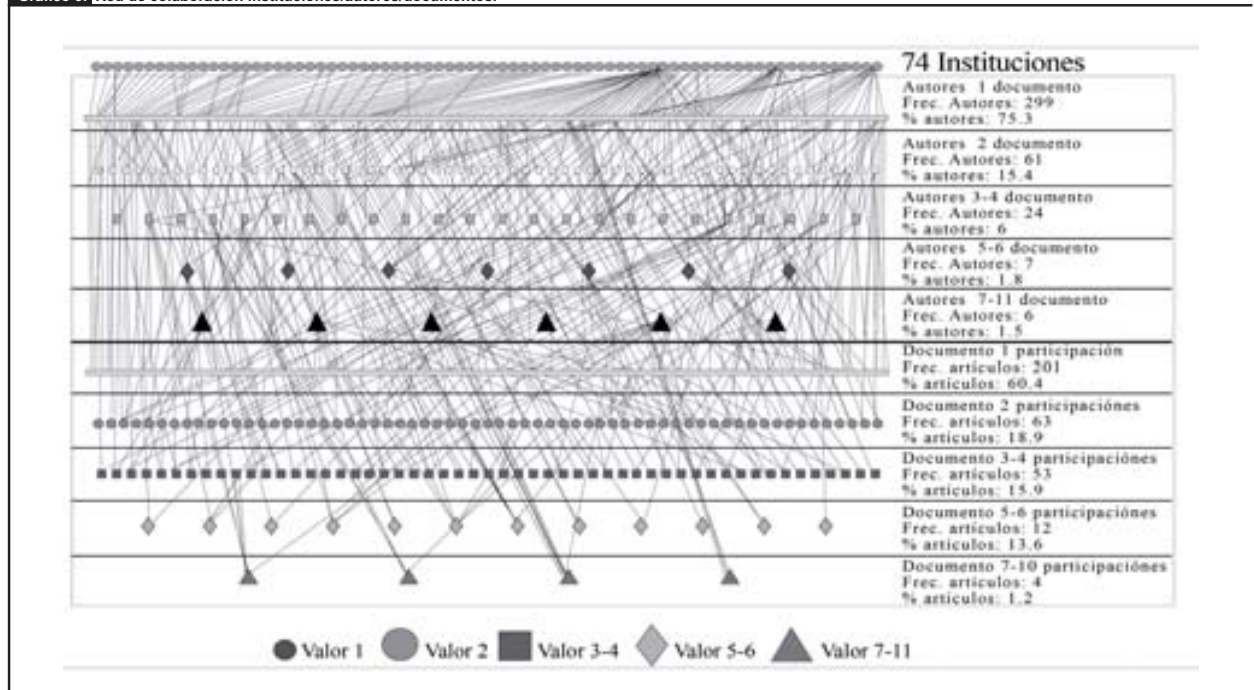


Gráfico 8. Red de colaboración instituciones/autores/documentos.



para completar las 74 instituciones del periodo de estudio (esto con el objeto de mejorar la visualización de la red), ya que son las instituciones de mayor conectividad y producción (UAEM, Sin institución, UNAM).

En el tercer sector de la red (Instituciones: 1), debajo de las 71 instituciones, se muestran los documentos generados sin cooperación institucional, es decir, aquellos producidos por una sola institución, 252 (76%) en total. En la parte correspondiente a instituciones: 2, se muestran los trabajos generados con la participación de dos instituciones dando un total de 68 documentos (20%). Los apartados de Instituciones: 3, e Instituciones: 4, muestran los documentos producidos con la colaboración de 3 y 4 instituciones respectivamente. La producción total de estos dos sectores es de 13 trabajos representando 4% de la producción total de documentos en el periodo de estudios.

La colaboración desarrollada por las instituciones se caracteriza por un alto grado de endogeneidad, es decir, persiste la colaboración incipiente entre instituciones, porque persiste la tendencia a generar artículos científicos sin recurrir a la inclusión de investigadores adscritos a diferentes instituciones, lo cual limita la posibilidad de generar un trabajo interdisciplinario, y con ello son limitadas las posibilidades de desarrollar una red de trabajo que sea retroalimentada por la comunicación permitida

por la publicación. Encontrar que sólo hay un artículo en el cual intervienen cuatro instituciones muestra también las dificultades—de diversa índole— para realizar proyectos de investigación interinstitucionales.

En resumen, la colaboración a nivel de instituciones se ha dado en el 24% del total de los documentos en el periodo de estudios. La UAEM, UNAM y Sin institución son los actores que más colaboración y participación poseen, estos tres nodos aglutinan el 77.1% de las participaciones y el 54.3 de todas las conexiones existentes. La visualización de los nodos es la referencia en el análisis de las redes de colaboración permitiendo enfatizar la dinámica de conexión entre los autores e instituciones. En este sentido, la representación de los nodos indica la dinámica de publicación a través de la visibilidad en la UAEM y la UNAM. Por parte de las instituciones internacionales, la Universidad de Quebec muestra los mejores parámetros en participación y cooperación sólo por debajo de los tres nodos antes mencionados.

## 6. Redes de colaboración científica por año de publicación

A continuación se muestran los indicadores de cooperación científica por año de publicación, se aprecian sólo los promedios de participantes (autores) y de instituciones con respecto a la suma de artículos publicados. Las diferencias en

promedios entre años de publicación no parecen ser significativas, no obstante, los años de 1999 y 2002 presentan los más altos promedios en cuanto a número de autores participantes mientras que el año de 2001 posee el más alto promedio de número de instituciones (ver cuadro 5).

En el gráfico 11 se muestran las redes de colaboración por año de publicación. Los nodos con las banderas representan a los países; los nodos en forma de cuadro representan a las instituciones y sus conexiones con los países indican su nacionalidad. Los nodos más pequeños en forma de círculo representan a los documentos generados en colaboración. Así, un nodo pequeño que se encuentre unido por dos lazos (uno de una institución de España y uno con una institución de México, por ejemplo) de instituciones de países diferentes representa la colaboración de estas dos instituciones para generarlo. Este es el mayor grado de desglose de las redes de colaboración y si bien por cuestiones de visualización no pueden mostrarse los nombres de las instituciones, la imagen permite identificar de una manera simple las complejas relaciones y las variaciones en la interacción de la producción en esta revista.

En el gráfico 9 se presenta la estructura de las redes de colaboración de *CIENCIA ergo sum* durante el periodo 1999-2006.

## 7. Colaboración científica entre autores

En este apartado se identificarán los autores, su cooperación y producción dentro del periodo de estudios. La suma de los autores que participaron en el periodo fue de 397, de la totalidad de los trabajos, el 60.4% fueron elaborados de manera individual mientras que el 39.6% restante fue hecho en cooperación de dos y hasta diez autores.

**Cuadro 5. Grado nodal y participaciones de las principales instituciones.**

Año de publicación	Total trabajos	Instituciones por trabajo			Participantes por trabajo		
		Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
1999	33	2.0	5	1	1.2	2	1
2000	44	1.8	5	1	1.3	4	1
2001	43	1.7	6	1	1.4	3	1
2002	42	2.0	8	1	1.3	3	1
2003	41	1.5	4	1	1.3	4	1
2004	46	1.8	10	1	1.2	3	1
2005	50	1.9	7	1	1.3	3	1
2006	34	1.6	3	1	1.2	3	1
Total	333	1.8	10	1	1.3	4	1

En el cuadro 6 se aprecia una matriz de tipo 2 (columnas y filas diferentes) la cual explica el patrón de producción y colaboración de los autores. Por ejemplo, en la celda correspondiente a “Total documentos-2 autores” se muestra un total de 63, esto es, que 63 documentos fueron realizados con la colaboración de dos autores. Por otra parte, en la celda que corresponde a “Total autores-7-11 documentos” tenemos un total de 6, es decir, sólo seis autores (los más productivos) han producido de seis a once documentos. Bajo este contexto, se observa que el 75.3% de los autores sólo ha generado un documento y que 60.4% de los trabajos fueron realizados en forma individual.

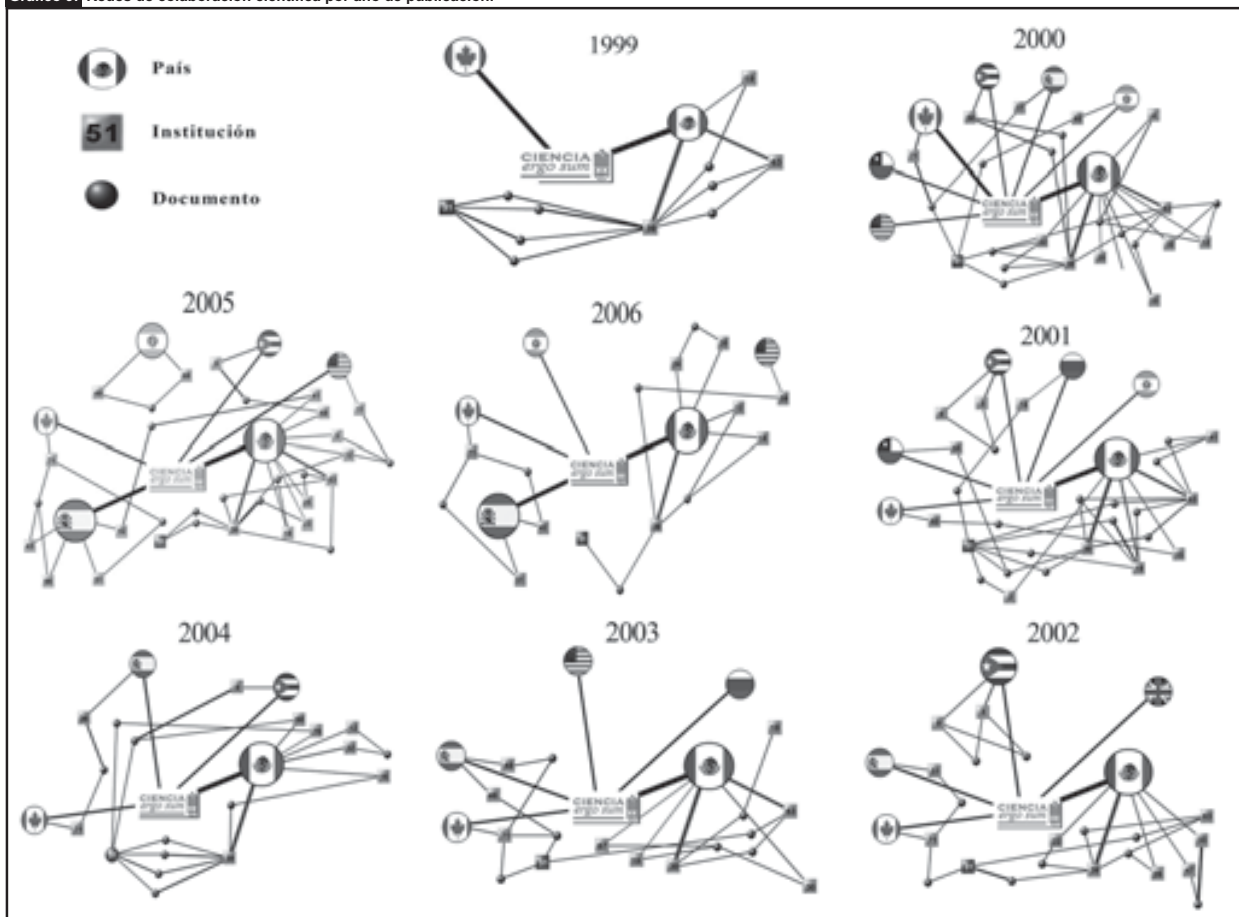
En la primera sección se grafican las columnas del cuadro 5 correspondientes al total y porcentaje de autores,

mientras que en la segunda sección se muestran las filas del total y porcentaje de documentos. Cada subsección se encuentra representada por nodos de formas distintas, comenzando con un círculo pequeño que corresponde, en la primera sección, a los autores que sólo han producido un trabajo mientras que en la segunda sección concierne a los documentos generados de forma individual. Cada forma representa cuestiones similares, terminando con la forma triangular en donde la primera sección representa a los autores que han realizado más de siete trabajos y en la segunda sección representa a los documentos que han sido elaborados con la participación de más de siete autores.

Si se observa con atención la última subsección del apartado documentos

(cuatro nodos de forma triangular), se puede apreciar que la mayoría de las líneas que los unen a sus autores llegan hasta la sección de “autores 1 documento”, es decir, parece ser que los trabajos de más alta colaboración fueron generados por autores que han publicado una o dos veces como máximo. Caso contrario sucede con los autores de más alta productividad, pues como parte de los resultados del análisis se enfatiza que han generado la mayor parte de sus trabajos de manera individual. Este es uno de los aspectos en que la información permite tomar decisiones editoriales a nivel de revistas, al tiempo que genera indicadores sobre la producción en diversas escalas de análisis (ver gráfico 8). Por ejemplo, una revista con esta información estimularía la participación de estos autores ya

Gráfico 9. Redes de colaboración científica por año de publicación.



que le da presencia en otros espacios, constituyéndose en una estrategia para la internacionalización.

### 8. Centralización de autores

En la última subsección del apartado de autores del gráfico 8, se muestran los autores que han realizado más de siete trabajos a lo largo del periodo de estudio (6 nodos de forma triangular), es decir, los autores más productivos. Un análisis de redes egocéntricas permitió generar la red de los seis autores más productivos y las olas subsecuentes a éstos (ver gráfico 10). Las olas se refieren a las redes de las redes de los primeros seis autores, bajo el método de bola de nieve se siguió la huella de estas subredes llegando hasta cuatro pasos. El cuarto paso es el resultado de los vínculos que estos autores poseen con los autores de la tercera ola; la tercera ola refiere a los autores que tienen relaciones de colaboración con aquellos que tienen vínculos directos con los seis primeros (la segunda ola).

No obstante el exhaustivo seguimiento de las subredes de los seis primeros autores, la bola de nieve terminó en la cuarta ola, además no se encontraron puntos de convergencia entre los seis autores, es decir, más allá de sus vínculos directos con sus similares, no hay autores que después de tres pasos vuelvan a encontrarse con los seis primeros, por lo que la red finaliza en la cuarta ola indicando que cada uno de los seis autores posee redes bien definidas donde sus individuos no comparten vínculos con sus similares.

En el gráfico 11 se aprecia la producción de los seis autores más prolíficos (más de siete trabajos en el periodo de estudio) y los patrones de colaboración

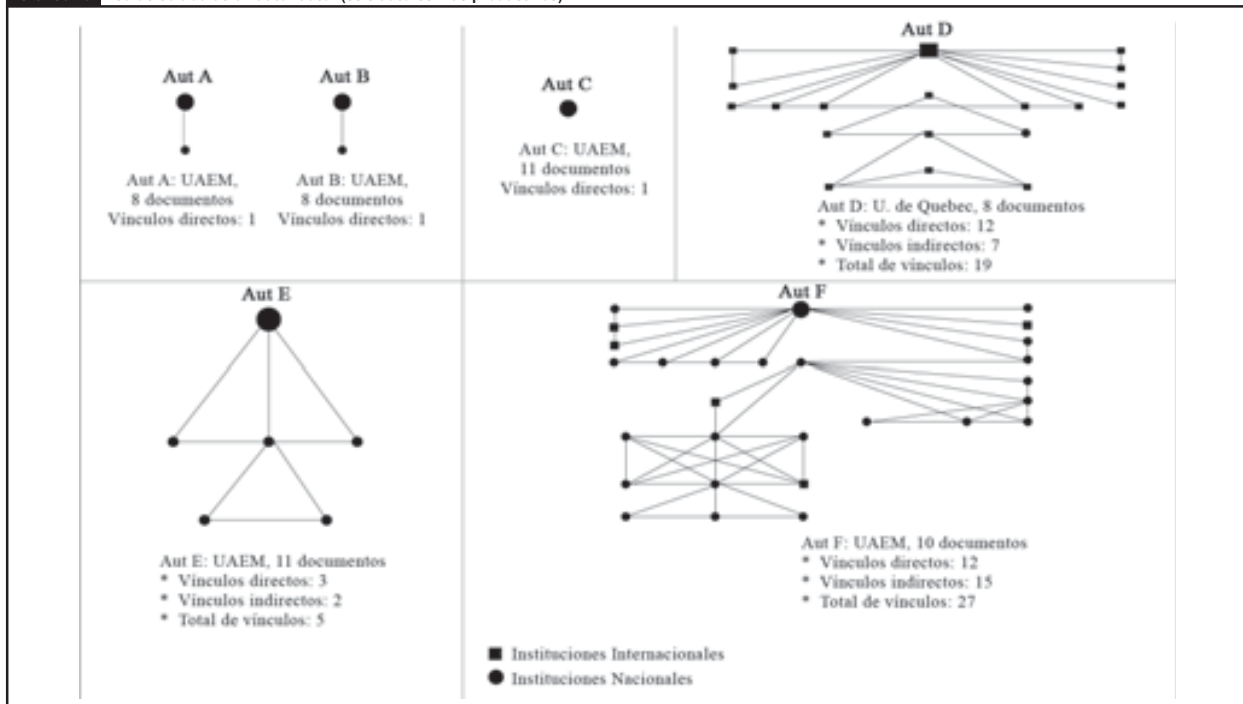
con sus colaboradores para la producción de estos documentos, los círculos representan a los autores y los rombos a los documentos.

Se observa que los seis autores produjeron 56 trabajos (17% del total en el periodo de estudios), de éstos el 61% generado de forma individual y el 39% restante en colaboración. La primera ola se refiere a los seis autores bajo los cuales se hizo el análisis de ego redes, la columna de autores los refleja (seis en total); la columna de colaboradores representa a los autores con los que estos seis colaboraron (29 en total) y las otras tres columnas de documentos representan la forma de producción de los seis primeros.

**Cuadro 6. Matriz de relaciones autores/documentos.**

	Un autor	2 autores	3-4 autores	5-6 autores	7-10 autores	Total autores	% autores
Un documento	65	41	48	12	4	299	75.3
2 documentos	40	20	21	6	3	61	15.4
3-4 documentos	44	13	15	1	1	24	6.0
5-6 documentos	18	10	6	1		7	1.8
7-11 documentos	34	10	12			6	1.5
Total documentos	201	63	53	12	4		
% documentos	60.4	18.9	15.9	3.6	1.2		

**Gráfico 10. Red de colaboración autor-autor (seis autores más productivos).**



Por otra parte, en la fila de la segunda ola en la columna de autores, se representan los investigadores remanentes de los 29 colaboradores de la primera ola, es decir, aquellos colaboradores de los primeros seis que han publicado con otros individuos. Los ocho autores de la segunda ola aglutinaron a 12 colaboradores más para producir documentos, asimismo realizaron tres trabajos individuales y seis en colaboración. En la tercera ola se ubicaron dos autores que elaboraron dos artículos en el que parti-ciparon 8 colaboradores. En la cuarta ola con un artículo y tres colaboradores.

A partir del gráfico 11 se generaron las redes de relaciones autor-autor de los seis autores más productivos (ver gráfico 10). Los nodos de forma circular implican a los autores de instituciones mexicanas mientras que los nodos en forma de cuadrado representan a los autores de instituciones internacionales. Se observa que los autores A y B sólo han publicado en colaboración con un individuo, mientras que el autor E ha

contribuido con tres de sus similares de forma directa y ha sido uno de los más productivos.

La red del autor F de la Universidad de Quebec, muestra alta conectividad con otros investigadores ya que posee colaboraciones directas con doce individuos e indirectas con otros seis. Nótese que este autor es de una institución internacional y que todos sus vínculos directos son también con autores de instituciones internacionales, sólo un autor representa una institución nacional y es de manera indirecta. El autor F también ha colaborado directamente con doce personas, (tres de ellos de instituciones internacionales) no obstante, su red es más amplia ya que posee relaciones indirectas con quince investigadores más. Gracias a estos dos autores (D y F) la red cubrió cuatro pasos. Por último se observa al autor C, uno de los más productivos con once trabajos en el periodo de estudios, no obstante, todos ellos los ha realizado de manera individual.

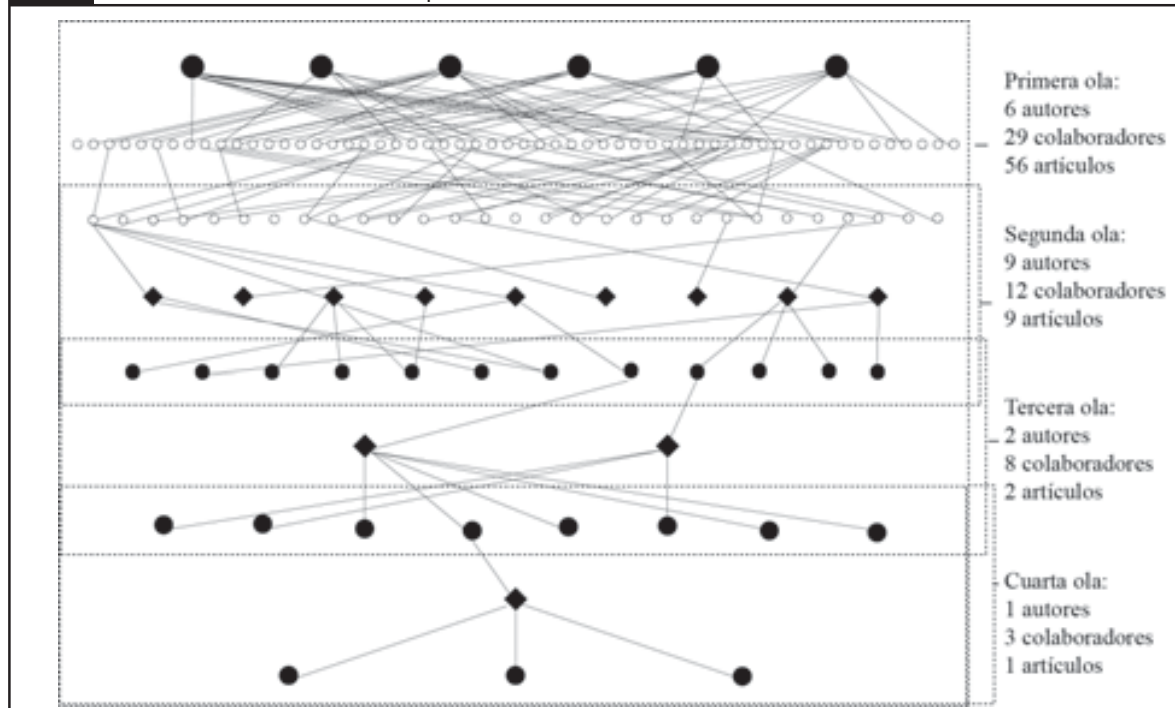
Cuando identificamos la alta concentración de documentos por unos

cuantos autores y cuando se identifica que en algunos casos son precisamente los más productivos, destaca su gran importancia para el análisis de redes, aspecto que ganará riqueza a nivel de área, país, institución. No sólo permitirá identificar la dinámica, sino que la propuesta se puede convertir en una fuente de indicadores de seguimiento de los patrones de producción científica a diferentes niveles. El autor de Canadá mantiene una red con autores distintos al país de edición de la revista y sólo uno de sus vínculos es con un autor-institución del país de la revista (ver gráfico 10).

## 9. Indicadores generales de colaboración

En el cuadro 7 se aprecian los indicadores generales de colaboración entre países, instituciones y autores. Se observa que el porcentaje de trabajos en colaboración entre países apenas alcanza el 13.5%, en el nivel de instituciones es de 24.3% y entre autores es de 39.6%.

Gráfico 11. Red de colaboración de los seis autores más productivos.



No obstante que los documentos en colaboración entre instituciones y sobre todo entre autores representan porcentajes importantes, es necesario reflexionar sobre el tipo de colaboración, es decir, si esta cooperación es del tipo internacional (instituciones o autores de instituciones internacionales), bilateral (instituciones o autores de instituciones internacionales y mexicanas) o de México (instituciones o autores de instituciones mexicanas).

### Conclusiones

El análisis realizado mostró el potencial analítico de la propuesta. La capacidad explicativa de los indicadores permite afirmar que cuando exista una base de datos representativa –en este sentido la base de datos Redalyc, que reúne más de 500 revistas, más de 75 mil documentos y más de 120 mil autores, es un alternativa a considerar– podrían conocerse aspectos hoy desconocidos acerca de los patrones y variaciones en la producción científica iberoamericana.

La identificación y, en un segundo momento, la comparación entre las revistas institucionales, de los índices de revistas generados por los consejos nacionales de ciencia y tecnología de los países, las revistas de un país, de un área, de una región, permite pensar que, de realizarse, se contaría con nuevos elementos que contribuirían al conocimiento de los patrones de producción científica. En este sentido, la importancia de la información proporcionada debe ser contextualizada en este marco y en este horizonte de objetivos dentro de los estudios sociales sobre organización social de la ciencia.

Los indicadores de redes presentados –grado nodal, participación, interacciones etcétera– permiten pensar que no sólo permitirán conocer dimensiones no

conocidas hasta el momento por la carencia de bases de datos regionales que descansen en los metadatos de las revistas académicas, sino principalmente, brindar elementos para la formulación y reformulación de las políticas seguidas en ciencia y tecnología y harán emerger la organización social que está siempre detrás de ciertos resultados.

Identificar que el grado de colaboración es inversamente proporcional a la productividad de los autores, lleva a abrir líneas de investigación en los estudios sociales de la ciencia. Se encontró que los científicos que sólo han publicado una vez –la mayoría– tienen altos incentivos para cooperar con sus similares mientras que para los investigadores más productivos, los vínculos de cooperación son moderados con porcentajes de colaboración que oscilan entre cero y cincuenta por ciento con respecto al total de su producción. Esto lleva a proponer que los mecanismos de evaluación que promueven la colaboración científica no han obtenido lo propuesto de forma significativa, aunque habrá que continuar obteniendo resultados en este sentido.

La colaboración científica está en proceso de maduración –la extensión de la afirmación dependerá de la representatividad de *CIENCIA ergo sum*–, no obstante, la cooperación entre autores es ya una realidad; la formación de grupos de trabajo dentro y fuera de las instituciones donde éstos pertenecen y la búsqueda de colaboración en red entre países e instituciones es cada vez más frecuente. La evidencia empírica en este estudio nos dice que cuatro de cada diez documentos publicados se realizan en colaboración de dos o más autores, por lo que seguramente, en un futuro inmediato, la misma naturaleza de la investigación y de sus actores serán el motor de arrastre para generar más y mejor cooperación institucional dentro y fuera de México, así, las redes de co-

laboración de carácter bilateral se incrementarán notablemente, haciendo cada vez más exógena la producción científica en las revistas. Por ello, cabe preguntar, bajo esta tendencia ¿cuáles serán los actores que definirán esto como uno de sus objetivos y, sobre todo, si tendrán la capacidad para movilizar a los grupos de investigación en esta dirección?

El análisis realizado representa una propuesta para proseguir con los estudios de redes de colaboración e incentivar la relevancia de realizar un trabajo interdisciplinario para su elaboración e interpretación, pues representan una propuesta analítica prometedora para los estudios sociales de la ciencia, así como de las disciplinas orientadas en el desarrollo y diseño de indicadores de productividad científica. En particular por la necesidad de impulsar este tipo de trabajos para las publicaciones editadas en y sobre Iberoamérica. No para ‘evaluar’ su desempeño. Sí para conocer sus características y poder insertarlas bajo la dinámica y características que presenta la llamada gran corriente de la ciencia e índices de corriente principal.



### Bibliografía

- Albornoz, M. y C. Alfaraz (2006). “Presentación”, en *Redes de conocimiento. Construcción, dinámica y gestión*. RICYT, CYTED Y UNSECO, Buenos Aires, Argentina.
- Arellano-Hernández, A. y H. J. Pennington (2006). “Mapeando las redes de investigación en ciencias básicas en la Universidad de Costa Rica”, *Convergencia*, septiembre-diciembre, Año/Vol. 13. Núm. 42, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

- Casas, R. (2001a). "El enfoque de redes y flujos de conocimiento en el análisis de las relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad", *Kairos*. Año 5. Núm. 8. Universidad Nacional de San Luis-Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Argentina.
- Casas, R. (2001b). *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*. Anthropos, Barcelona.
- Molina, J. L. et al. (2002). "Redes de publicaciones científicas: un análisis de la estructura de las coautorías", *REDES. Revista hispana para el análisis de redes sociales*. Vol. 1, Número 3, España.
- Moya-Anegón, Félix et al. (2006). "Visualización de redes de colaboración internacional", *I Conferencia Internacional sobre Ciencias y Tecnologías Multidisciplinares de la Información*. Mérida, España, octubre.
- Olmeda-Gómez, C.; M. A. Perianes-Rodríguez y M.A. Ovalle-Perandones (2007). "Mapas de información científica: redes de cocitación de clases y categorías en la producción científica de los investigadores en Medicina de la Comunidad de Madrid. 1995-2003", *Proceedings XXVII International Sunbelt Social Network Conference*. V Mesa Hispana para el análisis de redes sociales, Corfu (Greece).
- Perianes-Rodríguez, A. et al. (2006). "Visualización de redes de colaboración de la Universidad-Administración-Empresa en la comunidad de Madrid (1995-2003)", en Guerrero Bote, V. P. (ed.). *Proceedings I Internacional Conference on Multidisciplinary Information Science*. Badajoz: Instituto Abierto del Conocimiento, p. 640-644. Vol. I: 84-611-3104-5.

