

El análisis de co-citas como método de investigación en Bibliotecología y Ciencia de la Información

Sandra Miguel *

Felix Moya-Anegón

Victor Herrero-Solana **

*Artículo recibido:
30 de abril de 2006.*

*Artículo aceptado:
18 de agosto de 2006.*

RESUMEN

Se muestra aquí la pertinencia y utilidad del análisis de co-citas como método de investigación en Bibliotecología y Ciencia de la Información (BCI), mediante un análisis bibliométrico y una revisión del contenido de los principales trabajos publicados sobre este tema. Se analiza el tamaño y evolución de la literatura, la tipología documental y las temáticas de las revistas donde se publican las principales contribuciones. Se mencionan algunos de los métodos y técnicas más utilizados para analizar y visualizar las estructuras de conocimiento de dominios científicos, y se presentan algunos de los modelos de mapas propuestos. Se describen algunas de

* Universidad Nacional de la Plata, Argentina, sandra@fcnym.unlp.edu.ar

** Los últimos dos autores pertenecen a la Universidad de Granada, España, (Felix: felix@ugr.es); (Victor: victorhs@urg.es).

las aplicaciones y posibles usos de los resultados de estos análisis y, finalmente, se mencionan sus principales ventajas y limitaciones.

Palabras clave: Análisis de co-citas; Mapas de la ciencia; Métodos de investigación; Bibliotecología y Ciencia de la Información.

ABSTRACT

Co-citation analysis as research method in Library Information Science

Sandra Miguel, Felix Moya-Anegón and Victor Herrero-Solana

The pertinence and utility of co-citation analysis as a research method in Library and Information Science (LIS) are shown by means of bibliometric and content analysis of the main works published on this topic. The size and evolution of the literature are analysed, as well as the documentary typology and the subject of the journals where the main contributions are published. The most frequently used methods and techniques for the analysis and visualization of the knowledge structures of scientific domains are described, and the proposed models of maps are presented. Some of the applications and possible uses of the results of these analyses are shown, as well as their advantages and limitations.

Keywords: Co-citation analysis; Science maps; Research methods; Library and Information Science.

I. INTRODUCCIÓN

La Bibliotecología y Ciencia de la Información (BCI) es una ciencia interdisciplinaria por naturaleza. Comparte conceptos y métodos con una importante cantidad de disciplinas como la Lingüística, la Psicología cognitiva, la Sociología, la Cibernética y la Informática, entre otras (McNicol, 2003). Se nutre además, como cualquier otra ciencia social, de la Matemática y de la Estadística para resolver problemas propios de su objeto de estudio: las propiedades y el comportamiento de la información; las fuerzas que gobiernan su flujo y el uso de ésta, y las técnicas —tanto manuales como automáticas— de

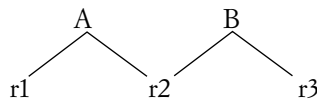
procesamiento de la información para su óptimo almacenamiento, recuperación y disseminación. Asimismo, y partiendo de la asunción de que la ciencia es un sistema de producción de información, y en particular de producción de información en forma de publicaciones (Spinak, 2001), la BCI está vinculada con todos los campos científicos, y más específicamente con la literatura que se genera en cada uno de esos campos.

Uno de los aspectos que ha sido y sigue siendo un problema para la BCI es encontrar las mejores formas de representar la información, en tanto interfaces entre los usuarios y la literatura (White y McCain, 1997). En este sentido, y a lo largo de la historia, se han creado diferentes modelos de representación. El modelo más conocido y tradicional es el bibliográfico, que consiste en representar la información a través de un conjunto de datos extraídos de las publicaciones tales como autores, títulos, editores, fechas de publicación, etcétera.

Este modelo resulta útil pero no es suficiente para desentrañar y visualizar las estructuras de conocimiento de los campos científicos. Por esta razón, desde hace al menos tres décadas se vienen desarrollando las bases conceptuales y metodológicas de otros modelos que permitan conocer con mayor precisión el desarrollo de la actividad científica, así como mejorando las formas de representar la información y los diseños de los sistemas de recuperación de información (Moya Anegón y otros, 1998). Uno de los modelos propuestos para ello es el bibliométrico, que consiste en reducir la literatura a conjuntos de datos sobre la base de análisis cuantitativos de ocurrencias y co-ocurrencias de determinadas entidades presentes en la literatura científica.

Entre los primeros aportes de la Bibliometría en esta dirección se encuentran los trabajos de Garfield (1955), Kessler (1963) y Price (1965), quienes encontraron en el análisis estadístico de las referencias bibliográficas y de las citas, algunos patrones para establecer asociaciones temáticas entre los trabajos científicos. Unos años más tarde, Small (1973) y Marshakova (1973), proponían, en forma independiente y simultánea, el análisis de co-citas como un modelo objetivo para revelar la estructura intelectual de las especialidades científicas.

En un sentido general, la co-citación es una relación de co-ocurrencia que se da cuando dos ítems de la literatura existente son citados juntos por un tercero. Small y Marshakova aplicaron este concepto al análisis de co-citas de documentos. Gráficamente, una relación de co-citación puede representarse de la siguiente manera:



donde A y B son dos documentos que incluyen en la bibliografía las referencias r_1 , r_2 y r_3 . Se dice que r_1 y r_2 están co-citados porque ambos aparecen en la bibliografía del documento A, así como también r_2 y r_3 están co-citados al ser ambos referencias del documento B (Spinak, 1996).

El análisis de co-citas parte de la asunción de que entre dos o más documentos que son co-citados (citados juntos) en un tercero y posterior trabajo, existe —al menos desde la perspectiva del autor citante— una similitud temática; y que cuanto mayor sea la frecuencia de co-citación, mayor será la afinidad entre ellos. La intensidad de esta relación está dada, entonces, por la cantidad de documentos citantes que tienen el mismo par de documentos en sus referencias. Si se asume que los documentos altamente citados representan los conceptos, métodos o experimentos claves en un campo, los patrones de co-citación podrían ser usados para identificar y visualizar las relaciones entre estas ideas claves (Small, 1973). En 1981, White y Griffith propusieron el análisis de co-citas de autores (ACA) como una nueva técnica para contribuir al conocimiento de la estructura intelectual de las disciplinas científicas, entendiendo por “autor” al conjunto de trabajos escritos por una persona. En este contexto, la co-citación ocurre cuando alguien cita cualquier trabajo de cualquier autor, junto con cualquier trabajo de cualquier otro autor (White y Griffith, 1981). En 1991, McCain propuso el análisis de co-citas de revistas como una forma de contribuir al estudio de la organización temática de la literatura de las disciplinas y especialidades científicas (McCain, 1991). Años más tarde, otros autores plantearon el análisis de co-citas de clases y categorías temáticas para representar y visualizar la estructura intelectual de grandes dominios científicos (Moya Anegón y otros, 2004).

El objetivo de este trabajo es mostrar la pertinencia y utilidad del análisis de co-citas como método de investigación en BCI, mediante un análisis bibliométrico y una revisión del contenido de los principales trabajos publicados sobre esta temática.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Como fuentes de datos para realizar este estudio se utilizaron la base de datos Library and Information Science Abstracts (LISA) y las bases de datos del Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia: Science Citation Index Expanded (SCIE), Social Science Citation Index (SSCI) y Arts & Humanities Citation Index (A&HCI), disponibles a través de la Web of Science. La elección de la primera se debe a que es la base de datos más importante en BCI, y a que tiene además una amplia cobertura temporal (1968 a la actualidad).

La elección de las otras fuentes se debe a que son bases de datos multidisciplinares que recogen la literatura científica internacional más importante de todos los campos del conocimiento, y por tanto permiten apreciar de forma clara las relaciones multidisciplinares de la BCI. Estas últimas fuentes tienen diferentes coberturas temporales: el SCI-E recoge trabajos desde 1945 a la actualidad; el SSCI desde 1956 al presente, y el A&HCI desde 1975.

Si bien la base de datos del ISI que recoge las publicaciones de BCI es SSCI, se decidió utilizar también las otras fuentes con el objeto de analizar el peso que tiene la literatura en el análisis de co-citas en la disciplina, y su influencia en el resto de los campos del conocimiento.

En todas las fuentes de datos seleccionadas se realizó una búsqueda por el término “cocitation” en los campos título, palabras claves o resumen (opción *topic*). En el caso de LISA éste era el término aceptado e incluido en su tesaurus. Para las bases del ISI se contempló además como variante el término “*co-citation*”. Se recuperaron en total 144 registros en LISA y 310 registros en las bases del ISI, y se exportaron los resultados de búsqueda. Se revisaron los registros, completando y corrigiendo algunos datos faltantes o erróneos; se descartaron los duplicados (101 registros), y se normalizaron los nombres de tipos de documentos y títulos de revistas.

Se realizó un análisis bibliométrico para determinar el tamaño y evolución de la literatura sobre co-citación e identificar los tipos documentales utilizados con mayor frecuencia para publicar los trabajos, la distribución de éstos por campos y disciplinas científicas, y las revistas de BCI en las que se publican las principales aportaciones en esta temática.

Se analizaron estos trabajos y otros relevantes, desde la perspectiva de su contenido, para identificar los principales métodos y técnicas utilizados para explorar y representar las estructuras de conocimiento de los dominios científicos. Se seleccionaron algunos modelos de mapas utilizados con estos fines para mostrar las diferentes formas de representación propuestas. Se mencionaron las posibles aplicaciones y usos de este tipo de análisis, así como sus principales ventajas y limitaciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tamaño y evolución de la literatura

La cantidad de registros en los que se encontró el término *cocitation*, o su variante *co-citation*, descartando los duplicados, fue de 353. Small y Mars-hakova fueron los primeros autores que utilizaron este término en 1973. En

la Fig. 1 se muestra la evolución de la producción desde 1973 hasta 2005, pudiendo observar que la literatura sobre co-citación ha tenido un crecimiento aproximadamente exponencial. Cabe aclarar que el año 2005 no se encuentra completo debido por un lado, a que las consultas fueron realizadas una vez finalizado el mes de octubre de ese año y, por otro, al defasaje temporal existente entre la publicación de un trabajo y su indización en las bases de datos.

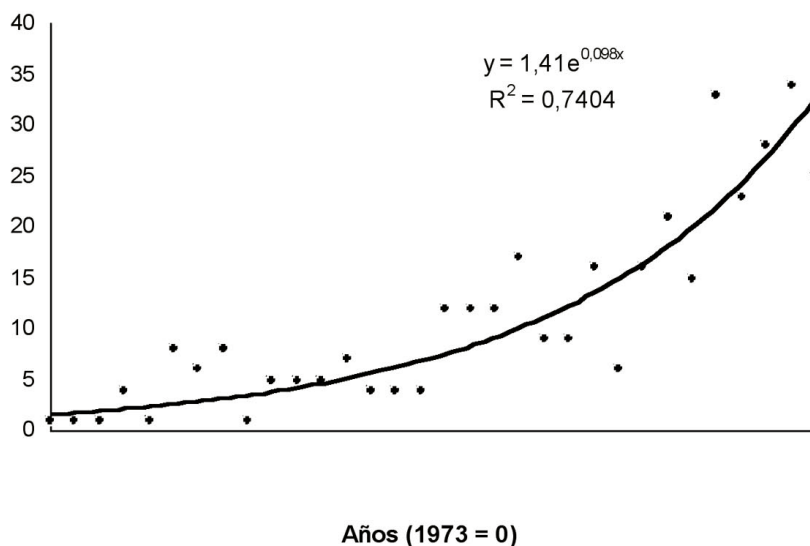


Fig. 1. Evolución de la literatura

Tipología documental

En la Fig. 2 se muestran los porcentajes de los tipos de documentos utilizados por los investigadores para publicar sus trabajos. Se observa un predominio de los artículos de revistas (309), seguidos en menor medida por presentaciones a congresos (28), informes (7), libros (8) y capítulos de libros (1). Aunque es ampliamente aceptado que los artículos de revistas son los principales medios de comunicación y difusión de los resultados de investigación, se debe tener en cuenta que su predominio también puede deberse a que las fuentes de datos utilizadas se caracterizan por indizar principalmente estos tipos documentales.

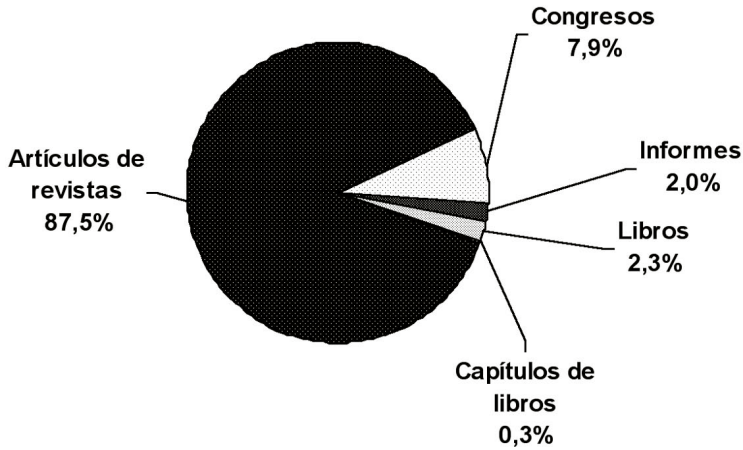


Fig. 2. Porcentaje de trabajos por tipo documental

Temática de las revistas

Los 309 artículos se encuentran publicados en 95 revistas diferentes. Estas fueron agrupadas en campos y disciplinas según las temáticas de los trabajos que publican. Como puede observarse en la Tabla 1 el 84,8% de los artículos fue publicado en revistas de ciencias sociales, y el 70,9% en revistas de BCI. Esto evidencia el peso que esta disciplina tiene en la producción de trabajos sobre co-citación. El resto de los artículos se distribuye entre diversas disciplinas de

Tabla 1. Temáticas de las revistas por campos y disciplinas

Campo	Disciplina	#	% campo	% total
Ciencias biológicas y de la salud	Biología	3	21,4%	1,0%
	Medicina	11	78,6%	3,6%
Subtotal Ciencias biológicas y de la salud		14	100,0%	4,5%
Ciencias exactas y naturales	Física	1	5,0%	0,3%
	Informática	15	75,0%	4,9%
	Matemática	1	5,0%	0,3%
	Química	3	15,0%	1,0%
Subtotal Ciencias exactas y naturales		20	100,0%	6,5%
Ciencias humanas y artes	Lingüística	1	20,0%	0,3%
Subtotal Ciencias humanas y artes		1	20,0%	0,3%
Ciencias sociales	Administración	28	10,7%	9,1%
	Bibliotecología y Ca. de la Información	219	83,6%	70,9%
	Economía	1	0,4%	0,3%
	Psicología	1	0,4%	0,3%
	Sociología	13	5,0%	4,2%
Subtotal Ciencias sociales		262	100,0%	84,8%
Multidisciplinar	Multidisciplinar	12	100%	3,9%
Subtotal Multidisciplinar		12	100%	3,9%
Total general		309		100,0%

los otros campos. Ello se debe, particularmente, a que la mayoría de los estudios realizan análisis sobre sus dominios disciplinares y temáticos. En consecuencia, existen muchos trabajos realizados por autores de BCI que publican en las revistas de las disciplinas objeto de estudio, así como trabajos realizados por autores externos a la disciplina que publican en las revistas propias de su especialidad.

De las 95 revistas donde se publicaron los artículos, 27 están especializadas en BCI. De éstas últimas se muestran en la Fig. 3 aquellas que reúnen un mínimo de 5 trabajos, y que, en orden decreciente de cantidad de aportaciones, acumulan el 87% del total de artículos publicados en el conjunto de las revistas de la disciplina.

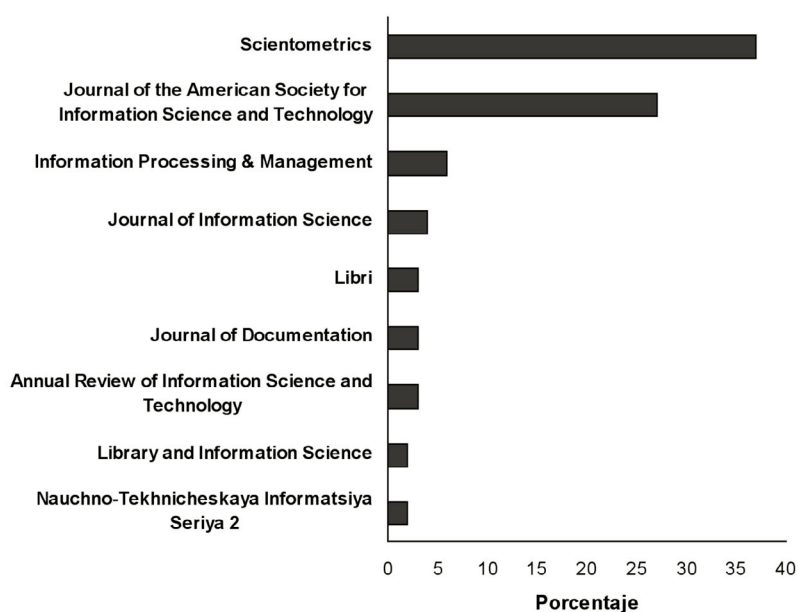


Fig. 3. Principales revistas de BCI

Como puede observarse las tres revistas con mayor cantidad de contribuciones en esta temática son: *Scientometrics*, *Journal of de American Society for Information Science and Technology* e *Information Processing & Management*. También merece especial mención el *Annual Review of Information Science and Technology*, cuyos artículos “Bibliometrics” por White y McCain (1989); “Visualization of literatures” por White y McCain (1997); “Informetrics” por Wilson (1999); “Cognitive information retrieval” por Ingwersen (1999); “Scholarly communication and bibliometrics” por Borgman y Furner (2002)

y “Visualizing knowledge domains” por Borner y otros (2003) aportan una excelente revisión sobre la evolución de las contribuciones de la bibliometría en general, y del análisis de co-citas y técnicas de visualización, en particular.

Métodos y técnicas

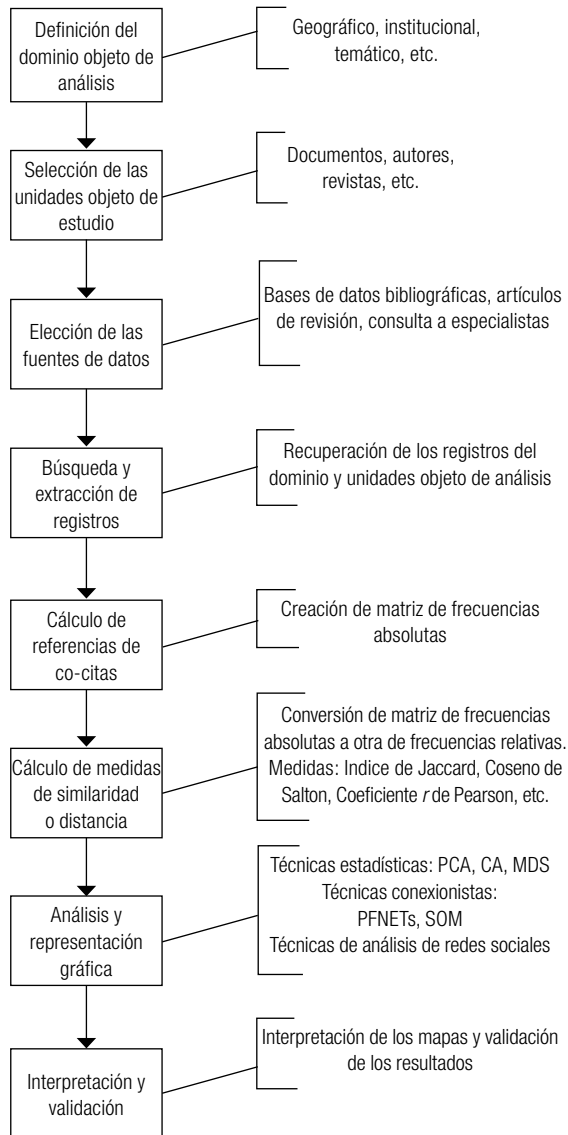


Fig. 4. Etapas del análisis de co-citas

El análisis de co-citas se inicia con la determinación del dominio que será objeto de análisis, la selección de las unidades a estudiar (documentos, autores, revistas, etcétera), la elección de las fuentes de datos apropiadas, y la búsqueda y extracción de los registros que conformarán el conjunto a estudiar. Posteriormente se realizan los conteos de frecuencias absolutas de co-citas, y se calculan las frecuencias relativas a fin de determinar las similitudes o distancias existentes entre las unidades analizadas. Para ello se pueden emplear diferentes medidas: el índice de Jaccard, la ecuación coseno de Salton y el coeficiente de correlación r de Pearson, entre otras. Luego, se realiza el análisis utilizando diferentes técnicas de reducción de la dimensión, con el fin de convertir una matriz multidimensional de datos numéricos en una representación visual en forma de mapa. Entre las técnicas estadísticas de análisis multivariado de datos frecuentemente utilizadas se encuentran: 1- el análisis de componentes principales (PCA), que permite transformar un gran número de variables correlacionadas en un pequeño número de variables no correlacionadas llamadas componentes principales; 2- el análisis de *cluster* (CA), que permite organizar y representar en forma de árbol jerárquico un cúmulo de información en grupos o clases con base en criterios de similitudes o distancias, y 3- el escalamiento multidimensional (MDS), técnica que, sobre la base de criterios de proximidad y minimización de las distancias, permite encontrar los objetos más significativos y representarlos como puntos en un espacio de dimensiones reducidas. También se han empezado a utilizar técnicas conexionistas como las redes asociativas (*pathfinder networks* o PFNETs), que permiten detectar y representar la red de relaciones existentes entre los objetos, y los mapas auto-organizativos (*self-organizing map* o SOM), que son un tipo de red neuronal que trabaja siguiendo el principio de auto-organización y agrupación de matrices multidimensionales en un espacio bidimensional. En los últimos tiempos se ha empezado a explorar el uso de técnicas de análisis de redes sociales para detectar y representar la red de relaciones existentes entre los objetos. En este tipo de análisis el énfasis es puesto en el estudio de las relaciones, independientemente de cuáles sean los atributos de los objetos en sí mismos. Dos excelentes revisiones de éstos y otros métodos se pueden encontrar en los trabajos de Gmür (2003) y Börner y otros (2003). Por último, se realiza la interpretación de los mapas y la validación de los resultados. A modo de ejemplo se incluyen a continuación algunos modelos de mapas que pueden obtenerse con el uso de las técnicas descritas (Figs. 5, 6, 7 y 8).

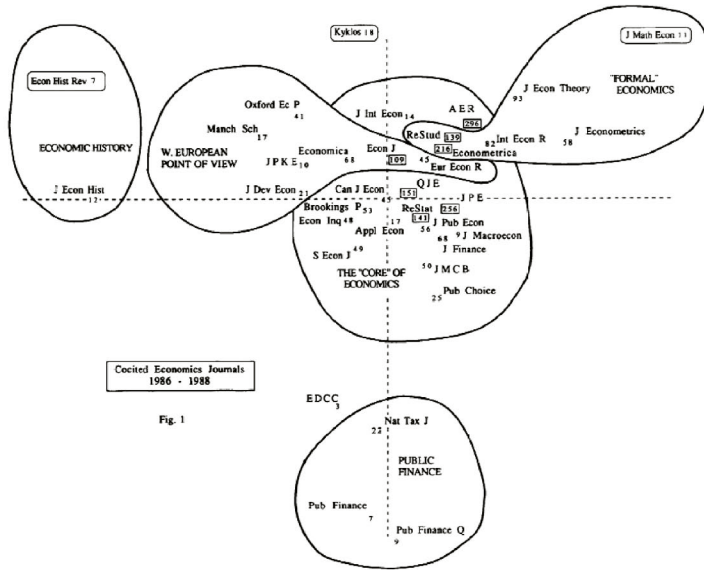


Fig. 5. Mapa de co-citación de revistas – Escalamiento multidimensional (MDS)
Fuente: McCain (1991: 294)

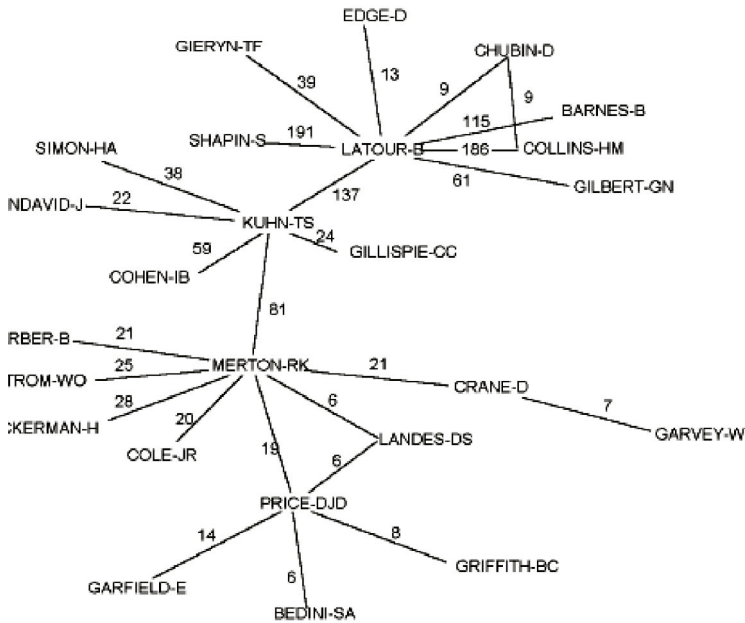


Fig. 6. Mapa de co-citación de autores – Redes asociativas (PFNETs)
Fuente: White (2002: 631)

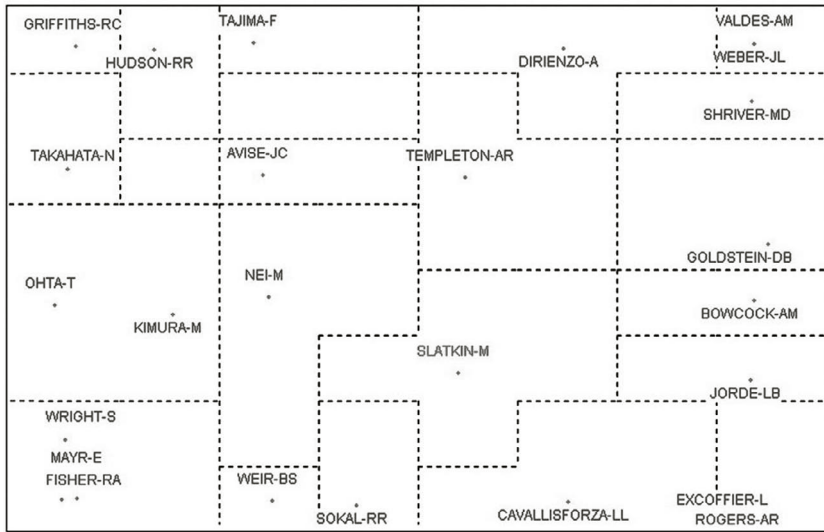


Fig. 7. Mapa de co-citación de autores – SOM
Fuente: White (2004: 5298)

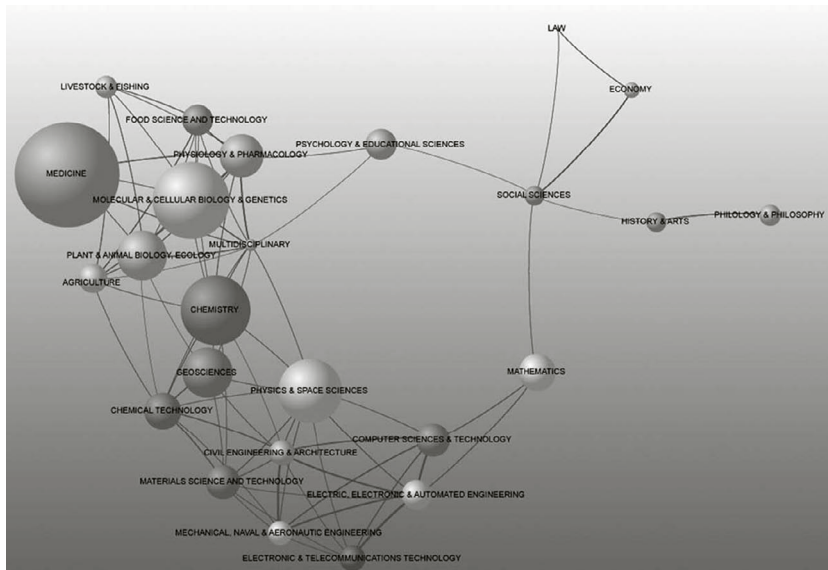


Fig. 8. Mapa de co-citación de categorías temáticas - Análisis de redes sociales
Fuente: Moya-Aneón (2004: 138)

Como puede observarse, el uso de estos métodos y técnicas ha permitido encontrar diferentes formas de representación de los dominios científicos y enriquecido su estudio e interpretación desde la perspectiva del análisis de dominio, en el sentido en que lo definieron Hjørland y Albretchen (1995); es decir, estudiando las estructuras de conocimiento con un enfoque holístico, multidimensional.

Aplicaciones y posibles usos

Como se adelantara en la introducción, una de las principales aplicaciones del análisis de co-citas es revelar y representar, a través de mapas, diferentes aspectos de la estructura intelectual y composición de campos científicos así como identificar, a través del tiempo, áreas de especialidad, frentes de investigación y relaciones entre disciplinas y especialidades científicas, a la vez que cambios en las estructuras intelectuales. Algunos ejemplos de estudios que han utilizado estas técnicas con estos fines, y que demuestran su utilidad para explorar y “mapear” cualquier área del conocimiento, son: los de Small (1973; 1980) en física; White y Griffith (1981), Karki (1996), Moya-Anegón y otros (1998) y Ding y otros (1999) en Bibliotecología y Ciencia de la Información; McCain (1984; 1986) en macroeconomía y en genética de la mosca de la fruta; Paisley (1990) sobre la literatura de comunicación; Bayer y otros (1990) sobre matrimonio y familia; Culnan y otros (1990) sobre comportamiento organizacional; Ebihara (1993) en Psicología; McCain (1995) en Biotecnología; Eom (1996a; 1996b) sobre sistemas de soporte de decisiones (DSS); Kreuzman (2001) en Filosofía; Tsay y otros (2003) sobre literatura de semiconductores, y Andrews (2003) sobre informática médica.

Otros trabajos han utilizado este tipo de análisis para identificar el perfil temático de revistas científicas, como el de Persson (1994), aplicado al *Journal of the American Society for Information Science*; el de Moya-Anegón (2001) sobre la revista mexicana *Investigación Bibliotecológica*, y el de Chen (2002) de la revista *Scientometrics*.

También se han utilizado estas técnicas para explorar y visualizar las bases intelectuales y la estructura de las relaciones disciplinares de dominios geográficos (Moya-Anegón y otros, 2004) e institucionales (Herrero-Solana, 2001; Guerrero-Bote y otros, 2002; Miguel y otros, 2005).

Cabe mencionar además que en los últimos años se comenzó a explorar su uso para identificar la red de relaciones existentes entre los sitios web (He y otros, 2002; Tho y otros, 2003; Faba-Pérez y otros, 2004).

Aunque es evidente la multiplicidad de usos que pueden tener los resultados de los análisis sobre co-citas, se mencionan a continuación algunos ejemplos relevantes:

1. Identificar tendencias de investigación en disciplinas, especialidades, países e instituciones científicas;
2. Detectar el núcleo de revistas y autores que constituyen la base intelectual de la investigación en una disciplina;
3. Identificar los patrones de uso de información científica por parte de colectivos de investigadores de universidades o instituciones;
4. Establecer perfiles de usuarios para servicios de disseminación selectiva de información, y
5. Mejorar los diseños e interfaces de los sistemas de información, brindándoles a los usuarios una manera efectiva e intuitiva de acceder a contenidos.

Ventajas y limitaciones

La principal ventaja del análisis de co-citas es que es un método no intrusivo que se vale de la literatura que se genera en los campos científicos para revelar y visualizar sus estructuras de conocimiento. Otra ventaja reside en que los resultados que se obtienen responden a una visión conjunta de cientos de miles de autores citantes, y no a las apreciaciones y motivaciones que pueda tener cada autor individualmente.

La principal limitación de este tipo de análisis radica en las fuentes de datos. En este sentido, las bases de datos del ISI son una de las pocas fuentes que recogen las referencias bibliográficas incluidas en la bibliografía de los documentos. Aunque esto facilita el uso de las referencias bibliográficas con fines de análisis bibliométricos, éstas no están exentas de fallos de normalización y errores propios de la calidad descriptiva. Por otra parte, si bien hace algunos años otras fuentes han empezado a incorporar este tipo de datos, éstos no están preparados para este tipo de análisis, y adecuarlos para realizar estos estudios no resulta sencillo.

4. CONCLUSIONES

Con este estudio se demuestra la pertinencia y utilidad del análisis de co-citas como método de investigación en bibliotecología y ciencia de la información. Ello no sólo se ve reflejado en la temática de las revistas donde se publica el núcleo de los trabajos en esta materia, sino también en las posibles aplicaciones y usos en los que pueden derivar sus resultados. Por otra parte el crecimiento que ha tenido la literatura sobre co-citación en los últimos treinta años, sumado a la importante cantidad de trabajos recientes, son indicios

de un panorama alentador tanto para perfeccionar los métodos y técnicas propuestos, como para prever sus futuras aplicaciones. Asimismo, y a pesar de las limitaciones existentes en y por las fuentes de datos, cabe esperar que en un futuro no muy lejano esta situación comience a cambiar y se pueda disponer de una mayor cantidad de bases de datos a partir de las cuales realizar los estudios. No obstante también se debe tener en cuenta que la publicación en revistas internacionales, y especialmente en revistas indizadas por el ISI, no es sólo un indicador de la calidad y el prestigio de los resultados de investigación, sino también, y fundamentalmente, una manera de garantizar una homogeneidad de criterios que permitan darle validez y confiabilidad a los resultados obtenidos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Andrews, J. E. (2003), "An author co-citation analysis of medical informatics", en *Journal of the Medical Library Association (JMLA)*, 91(1), 47-56.
- Bayer, A. E., Smart, J. C., y Mclaughlin, G. W. (1990), "Mapping intellectual structure of a scientific through author cocitations", en *Journal of the American Society for Information Science*, 41(6), 444-452.
- Borgman, C. L., y Furner, J. (2002). "Scholarly communication and bibliometrics", en *Annual Review of Information Science and Technology*, 36, 3-72.
- Borner, K., Chen, C. M., y Boyack, K. W. (2003), "Visualizing knowledge domains", en *Annual Review of Information Science and Technology*, 37, 179-255.
- Chen, C. M., McCain, K., White, H., & Lin, X. (2002), "Mapping Scientometrics (1981-2001)", en *ASIST 2002 Annual Meeting* (pp. 25-34), Medford: Information Today Drexel Univ, Coll Informat Sci & Technol, Philadelphia, PA 19104 USA.
- Culnan, M. J., O'Reilly, C. A., y Chatman, J. A. (1990), "Intellectual structure of research in organizational behavior, 1972-1984: a cocitation analysis", en *Journal of the American Society for Information Science*, 41(6), 453-458.
- Ding, Y., Chowdhury, G., y Foo, S. (1999), "Mapping the intellectual structure of information retrieval studies: an author co-citation analysis, 1987-1997", en *Journal of Information Science*, 25(1), 67-78.
- Ebihara, K. (1993), "Tracking the Specialties and Development of Research Using Cocitation Maps and Citation Diagrams-the Outline of Representation of Knowledge Study in Psychology", en *Library and Information Science*, (31), 95-126.
- Eom, S. B. (1996a), "Mapping the intellectual structure in research of decision support systems through author cocitation analysis (1971-1993)", en *Decision Support Systems*, 16, 315-338.

- Eom, S. B., y Farris, R. S. (1996b), "The contributions of organizational science to the development of decision support systems research subspecialties", en *Journal of the American Society for Information Science*, 47(12), 941-952.
- Faba-Perez, C., Guerrero-Bote, V. P., y Moya-Anegón, F. (2004), "Methods for analysing web citations: A study of web-coupling in a closed environment", en *Libri*, 54(1), 43-53.
- Garfield, E. (1955), "Citation Indexes for Science: A New Dimension in Documentation through Association of Ideas", en *Science*, 122, 108-111.
- Gmur, M. (2003), "Co-citation analysis and the search for invisible colleges: a methodological evaluation", en *Scientometrics*, 57(1), 27-57.
- Guerrero-Bote, V. P., Reyes-Barragan, M. J., Moya-Anegón, F., y Herrero-Solana, V. (2002), "Methods for the analysis of the uses of scientific information: the case of the University of Extremadura (1996-7)", en *Libri*, 52(2), 99-109.
- He, X., Zha, H. Y., Ding, C. H. Q., y Simon, H. D. (2002), "Web document clustering using hyperlink structures", en *IEEE International Conference Data Mining* (pp. 19-45).
- Herrero-Solana, V. (2001), "Producción científica de la Universidad Nacional de Mar del Plata: Análisis de dominio", en *Nexos*, 8(14), 4-10.
- Hjørland, B., y Albrechtsen, H. (1995), "Toward a new horizon in information science: domain analysis", en *Journal of the American Society for Information Science*, 46(6), 400-425.
- Ingwersen, P. (1999), "Cognitive information retrieval", en *Annual Review of Information Science and Technology*, 34, 3-52.
- Karki, R. (1996), "Searching for bridges between disciplines: an author co-citation analysis on the research into scholarly communication", en *Journal of Information Science*, 22(5), 323-334.
- Kessler, M. M. (1963), "Bibliographic coupling between scientific papers", en *American Documentation*, 14(1), 10-11.
- Kreuzman, H. (2001), "A co-citation analysis of representative authors in philosophy: Examining the relations between epistemologists and philosophers of science", en *Scientometrics*, 51(3), 525-539.
- Marshakova, I. V. (1973), "System of document connection based on references", en *Nauchno-Tekhnicheskaya Informatsiya, Seriya 2*, (6), 3-8.
- Mccain, K. W. (1991), "Mapping Economics Through the Journal Literature-An Experiment in Journal Cocitation Analysis", en *Journal of the American Society for Information Science*, 42(4), 290-296.
- Mccain, K. W. (1984), "Longitudinal author cocitation mapping: the changing structure of macroeconomics", en *Journal of the American Society for Information Science*, 35(6), 351-359.
- Mccain, K. W. (1986), "Cocited author mapping as a valid representation of intellectual structure", en *Journal of the American Society for Information Science*, 37(3), 111-122.
- Mccain, K. W. (1995), "The structure of biotechnology R & D", en *Scientometrics*, 32(2), 153-175.
- Mcnicol, S. (2003), "LIS: The interdisciplinary research landscape", en *Journal of Librarianship and Information Science*, 35(1), 23-30.

- Miguel, S., Moya-Anegón, F. d., y Herrero-Solana, V. (2005), "A new approach to institutional domain analysis: multilevel research fronts structure", enviado para su publicación a la revista *Scientometrics*.
- Moya-Anegón, F. d., y Herrero-Solana, V. (2001), "Análisis de dominio de la investigación bibliotecológica mexicana", en *Información, Cultura y Sociedad*, (5), 10-27.
- Moya-Anegón, F. d., Vargas-Quesada, B., Herrero-Solana, V., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Alvarez, E., y Muñoz Fernández, F. J. (2004), "A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories", en *Scientometrics*, 61(1), 129-145.
- Moya-Anegón, F. d., Jiménez, E., y Moneda, M. d. l. (1998), "Research fronts in Library and Information Science in Spain (1985-1994)", en *Scientometrics*, 42(2), 229-246.
- Paisley, W. (1990), "An oasis where many trails cross: the improbable cocitation networks of a multidiscipline", en *Journal of the American Society for Information Science*, 41(6), 459-468.
- Persson, O. (1994), "The intellectual base and research fronts of JASIS 1986-1990", en *Journal-of-the-American-Society-for-Information-Science*, 45(1), 31-38.
- Price, D. K. d. S. (1965), Networks of scientific papers. The pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front, 149(3683), 510-515.
- Small, H. (1973), "Cocitation in Scientific Literature - New Measure of Relationship Between 2 Documents", en *Journal of the American Society for Information Science*, 24(4), 265-269.
- Small, H., y Greenlee, E. (1980), "Citation context analysis of a co-citation cluster-recombinant DNA", en *Scientometrics*, 2(4), 277-301.
- Small, H. (1973), "Co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents", en *Journal of the American Society for Information Science*, 24(4), 265-269.
- Spinak, E. (1996), *Diccionario enciclopédico de bibliometría, ciencias e informetría*, Venezuela: UNESCO.
- Spinak, E. (2001), "Indicadores científicos", en *ACIMED: Revista Cubana De Los Profesionales De La Información En Salud*, 9(Suppl. 4), 16-18.
- Tho, Q. T., Hui, S. C., & Fong, A. (2003), "Web mining for identifying research trends", en *Asian Digital Libraries* (pp. 290-301).
- Tsay, M. Y., Xu, H., y Wu, C. W. (2003), "Author cocitation analysis of semiconductor literature", en *Scientometrics*, 58(3), 529-545.
- White, H. D. et al. (2004), "User-controlled mapping of significant literatures," en *Proceedings of the National Academy of Science of the United States*, 101(Suppl. 1), 5297-5302.
- White, H. D., y Griffith, B. C. (1981), "Author cocitation: a literature measure of intellectual structure", en *Journal of the American Society for Information Science*, 32(3), 163-171.
- White, H. D., y McCain Katherine W. (1989), "Bibliometrics", en *Annual Review of Information Science and Technology*, 24, 119-186.
- White, H. D., y McCain, K. W. (1997), "Visualization of literatures", en *Annual Review of Information Science and Technology*, 32, 99-168.
- Wilson, C. S. (1999). "Informetrics", en *Annual Review of Information Science and Technology*, 34, 107-247.

