

# Bibliometría e indicadores de actividad científica (VI). Indicadores de colaboración (2). Análisis de redes sociales aplicado a la Pediatría

L. Castelló-Cogollos<sup>1,2</sup>, A. Sixto-Costolla<sup>1,3</sup>, R. Lucas-Domínguez<sup>1,3</sup>, V. Agulló-Calatayud<sup>1,2</sup>, J. González de Dios<sup>4,5</sup>, R. Aleixandre-Benavent<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Información e Investigación Social y Sanitaria (UISYS). CSIC-Universitat de València.

<sup>2</sup>Departamento de Sociología y Antropología Social. Universitat de València. <sup>3</sup>Departamento de Historia de la Ciencia y Documentación. Universitat de València. <sup>4</sup>Servicio de Pediatría. Hospital General Universitario de Alicante.

<sup>5</sup>Departamento de Pediatría. Universidad «Miguel Hernández». Alicante. <sup>6</sup>Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento. CSIC-Universitat Politècnica de València

## Resumen

El análisis de redes sociales partió del ámbito de la Sociología como una herramienta de análisis que ha ido adquiriendo un importante aparato teórico-metodológico aplicado a numerosos campos de la ciencia. Este trabajo es una descripción somera del análisis de redes sociales y sus factores más importantes para poder entender e interpretar una red. Se especifican las tipologías de redes que se pueden observar, los elementos de los grafos que conforman una red, los niveles de análisis que se pueden aplicar y los indicadores de centralidad que se pueden calcular. Además, se detallan algunos de los estudios que se pueden realizar mediante esta herramienta. De ellos, se exponen unos ejemplos, dentro del campo de la pediatría, de análisis de la colaboración científica (coautoría entre autores e instituciones) y de copresencia o coocurrencia (presencia en el mismo documento de investigadores, palabras clave o instituciones).

©2017 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados.

## Palabras clave

Análisis de redes sociales, indicadores de centralidad, Pediatría, *Acta Pediátrica Española*, redes sociales, metodología de investigación

## Abstract

*Title:* Bibliometrics and indicators of scientific activity (VI). Collaboration indicators (2). Analysis of social networks applied to Pediatrics

The social network analysis was originated in the field of sociology as an analysis tool which has been acquiring an important theoretical methodological apparatus making it usable in many fields of science. This work aims at describing the analysis of social networks and those main factors most needed in order to understand and interpret a network. It includes the different networks typologies which may be observed, the elements of the graphs that make up a network, the levels of analysis that can be applied and the indicators of centrality that can be calculated. In addition, some of the studies that can be done using this tool are offered. Several examples in the field of Pediatrics are exposed such as the analysis of scientific collaboration (co-authoring between authors and institutions) and the analysis of co-occurrence (measure of the presence of researchers, keywords or institutions in a document).

©2017 Ediciones Mayo, S.A. All rights reserved.

## Keywords

Social network analysis, indicators of centrality, Pediatrics, *Acta Pediátrica Española*, social networks

## Teoría de redes, red social

La idea de «red» procede, en su mayor parte, de la teoría matemática de grafos, que la define como «una serie de puntos vinculados por un conjunto de relaciones que cumplen determinadas propiedades»<sup>1</sup>. Así pues, un nodo de la red está vinculado a otro por una línea que puede mostrar el tipo de relación existente entre los nodos, en función de si la línea está direccionada o no<sup>1</sup>.

A partir de los años setenta, la teoría de redes alcanza su madurez experimentando las innovaciones más importantes en relación con el campo metodológico, teórico y conceptual. Se desarrollan técnicas de análisis estadístico para datos relacionales, así como varios programas informáticos para analizarlos. Además, en la recogida de datos se incorporan métodos de muestreo para describir su estructura global, es decir, su densidad y la reciprocidad de lazos<sup>2</sup>.

El antropólogo John Barnes<sup>3</sup> define «red social» (*social network*) como «un conjunto bien delimitado de actores vinculados unos a otros a través de una relación o conjunto de relaciones sociales». Freeman<sup>4</sup> aporta una definición más instrumental, o enfocada al aparato metodológico, y la describe como una «colección más o menos precisa de conceptos y procedimientos analíticos y metodológicos, que facilita la recogida de datos y el estudio sistemático de pautas de relaciones sociales entre la gente»<sup>1,2</sup>.

Las relaciones sociales pueden emerger en la familia, en el trabajo, entre los amigos y, en definitiva, en cada uno de los ámbitos de la vida social. Pueden representarse de diferentes formas: en pares de productos cartesianos, en grafos o en matrices. La representación de las redes sociales más común es mediante diagramas, en los que se muestra a los actores (nodos) unidos por líneas (lazos, relaciones)<sup>5</sup>.

### Tipos de redes

Existen tres tipos fundamentales de redes (figura 1)<sup>6</sup>:

- Red centralizada. Todos los nodos están distribuidos alrededor de uno central, de donde parten todos los lazos.
- Red descentralizada. Surgen por interconexión: existen varios nodos que son conectores de otros nodos.
- Red distributiva. No existe un nodo central: todos los nodos tienen el mismo peso.

### Elementos de una red

Cada red está formada por tres elementos básicos: nodos o actores, vínculos o relaciones, y flujos (figura 2):

- Los nodos son los actores (personas, organizaciones, comunidades y otros agentes) que conforman la red. Cada agente es un nodo, y el total de estos nodos representa el tamaño de la red.
- Los vínculos o relaciones son los lazos que existen entre los nodos, y se representan por líneas.
- El flujo representa la dirección del vínculo. Éste se representa por una flecha que indica el sentido en el que fluye la relación, y puede ser unidireccional o bidireccional (sin flechas)<sup>5</sup>.

Plasmar las relaciones sociales en un grafo permite estudiar las propiedades formales de las redes sociales, es decir, hacer diferentes análisis de su estructura: desde un análisis simple sobre cuántos componentes conforman la red, hasta análisis más complejos, como analizar quién es el actor que tiene más influencia en dicha red. Para poder realizar todos los análisis posibles de estas estructuras y obtener de ellos la máxima información, se utiliza el análisis de redes sociales (ARS).

### Análisis de redes sociales

El ARS es una herramienta analítica con la que se pueden estudiar interacciones sociales; dicho de otra manera, es un instrumento metodológico que estudia las relaciones existentes entre una serie de elementos (p. ej., personas, grupos, organizaciones o países)<sup>7,8</sup>.

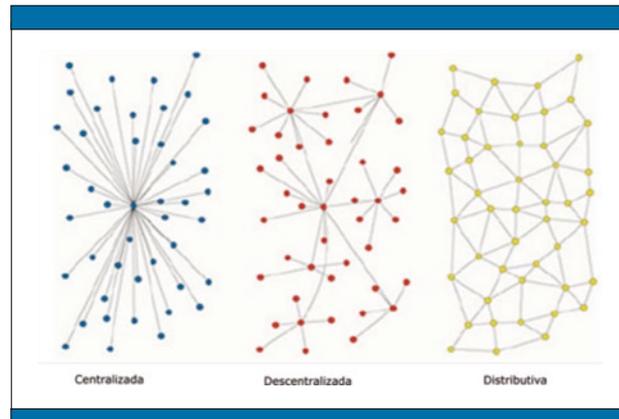


Figura 1. Tipología de redes<sup>6</sup>

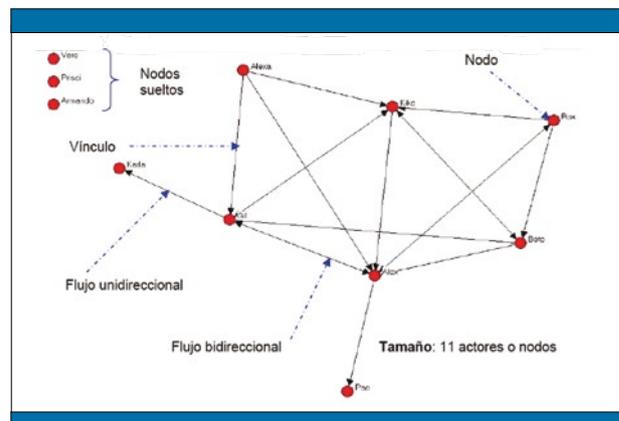


Figura 2. Elementos de una red direccionada<sup>5</sup>

El objetivo del ARS es analizar las estructuras sociales emergentes de las relaciones entre los agentes, entendiendo la relación como un nexo entre dos elementos. Partiendo de esta premisa, se puede elaborar una red en la que los atributos (etnia, edad, sexo, categoría social) de los agentes importan menos que las formas de las relaciones que mantienen dichos agentes. Estas relaciones son las que posicionan a las unidades dentro de las estructuras<sup>7-9</sup>.

### Niveles de análisis

Existen cuatro niveles de análisis de redes:

1. Nivel egocéntrico, o centralizado. Consiste en analizar a cada actor individualmente respecto a todos los actores con los que se relaciona.
2. Nivel de relaciones de pareja, o díada. Consiste en estudiar las relaciones entre dos actores.
3. Nivel triádico, o tríada. Es el análisis de las relaciones entre tres actores.
4. Nivel de estructura completa. Es el más importante, y consiste en analizar la información sobre las relaciones de todos los actores de la red, identificar posiciones, roles, relaciones entre las posiciones, etc.<sup>1,2,10-12</sup>.

TABLA 1

Medidas de centralidad de los autores (grado >20)<sup>15</sup>

Autor	Intermediación («betweenness») × 100	Autor	Cercanía («closeness») × 100	Autor	Grado («degree»)
García Marcos, Luis	0,1695	Bellón Cano, José María	3,2656	Moreno Aznar, Luis Alberto	30
Ochoa Sangrador, Carlos	0,1692	Navarro Gómez, María Luisa	3,0872	De José Gómez, María Isabel	25
Bellón Cano, José María	0,1622	López Herce Cid, Jesús	2,9734	Tovar Larrucea, Juan A.	24
López Herce Cid, Jesús	0,1419	De José Gómez, María Isabel	2,9734	Arango López, Celso	22
González de Dios, Javier	0,1341	Moreno Aznar, Luis Alberto	2,9456	Bellón Cano, José María	22
Blanco Quirós, Alfredo	0,1261	Mellado Peña, María José	2,9425	Ramos Amador, José Tomás	21
Castro Fornieles, Josefina	0,1248	Ramos Amador, José Tomás	2,9121	Encinas Hernández, José Luis	21
Navarro Gómez, María Luisa	0,1165	Carrillo Álvarez, Ángel	2,8248	Ebstein, Richard P.	20
Castro Rodríguez, José Antonio	0,1046	Muñoz Fernández, María Ángeles	2,8107	Mulas, Fernando	20
Botet Mussons, Francesc	0,1039	González Tomé, María Isabel	2,7968	Miranda, Ana	20
Moreno Aznar, Luis Alberto	0,0942	Guillén Martín, Sara	2,7968	Oades, Robert D.	20
Mellado Peña, María José	0,0941	Resino, Salvador	2,7559	Rothenberger, Aribert	20
Figueras Aloy, Josep	0,0898	León Leal, Juan Antonio	2,7425	Banaschewski, Tobias	20
Gómez Campderá, José Antonio	0,0887	Larrú Martínez, Beatriz	2,7161	Blanco Quirós, Alfredo	20
Rodríguez Núñez, Antonio	0,0879	Roa Francia, Miguel A.	2,6400	Faraone, Stephen V.	20
Junqué, Carme	0,0778	Beceiro Mosquera, José	2,6400	Steinhausen, Hans Christoph	20
Balaguer Santamaría, Albert	0,0678	Mencia Bartolomé, Santiago	2,5680	Asherson, Philip	20
Ardura Fernández, Julio	0,0618	Santiago Lozano, María José	2,5563	Roeyers, Herbert	20
José Gómez, María Isabel de	0,0614	Gurbindo Gutiérrez, María Dolores	2,5563	Mellado Peña, María José	20
Andrés de Llano, Jesús María	0,0575	Urbano Villaescusa, Javier	2,5334	Gill, Michael	20
Rey Galán, Corsino	0,0572	Castillo Peral, Jimena del	2,5221	Sonuga Barke, Edmund J.S.	20
Martinón Torres, Federico	0,0559	Resino, Rosa	2,5221	Buitelaar, Jan K.	20
Arango López, Celso	0,0555	Gómez Campderá, José Antonio	2,5221	Franke, Barbara	20
Bargalló, Nuria	0,0496	Palladino, Claudia	2,4888	Sergeant, Joseph A.	20

**Indicadores de centralidad**

Con esta herramienta se pueden extraer diversos indicadores o medidas de centralidad para la valoración de la posición de un nodo (autor, institución o palabra clave) en la estructura de una red y, por ende, determinar su posición en un campo o aspecto estudiado. Los indicadores más utilizados por el ARS son los siguientes:

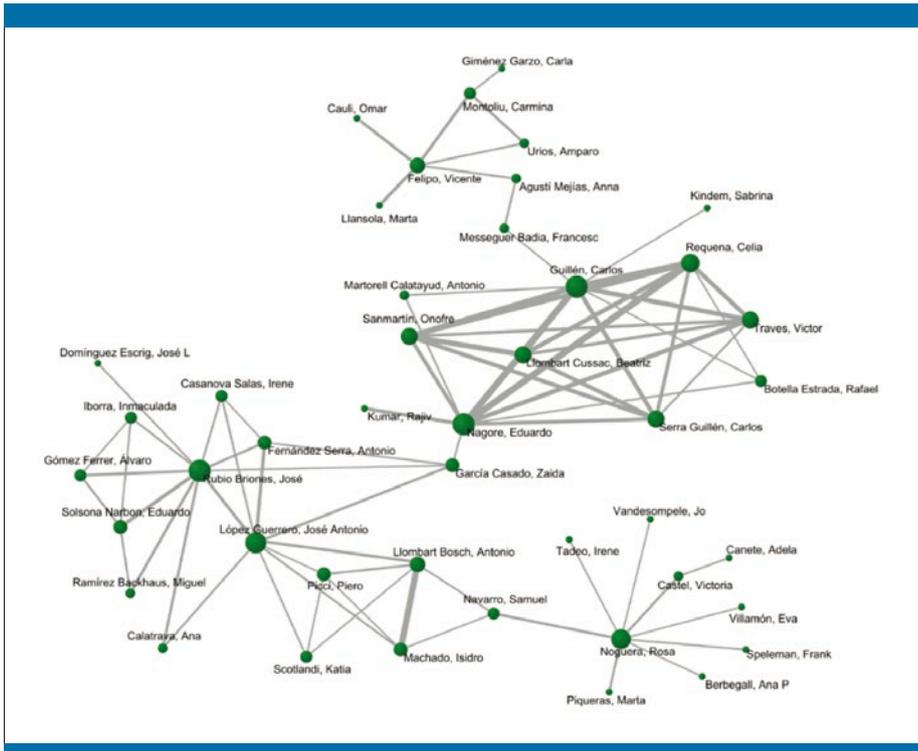
- Grado nodal, o de centralidad (*degree*). Es la cantidad de conexiones directas con otros nodos adyacentes de la red; es decir, con cuántos actores o instituciones distintas está directamente relacionada una persona o institución. Este indicador nos ofrece el rango de personas con más conexiones directas y sin intermediarios, con lo que se convierten en un «foco de atracción o de rechazo»<sup>13</sup>.
- Grado de intermediación (*betweenness*). Muestra la frecuencia con que un nodo está situado entre otros dos nodos que no se conocen entre sí. Aunque puedan parecer vínculos o lazos débiles, en realidad tienen el poder de unión y son los que dan cohesión y consistencia al entramado de la red<sup>13</sup>.

- Grado de cercanía (*closeness*). Es el índice que mide la cercanía de un nodo con los demás nodos que componen la red. Se trata de la posibilidad que tiene un actor de llegar a los demás actores con menos pasos<sup>14</sup>.

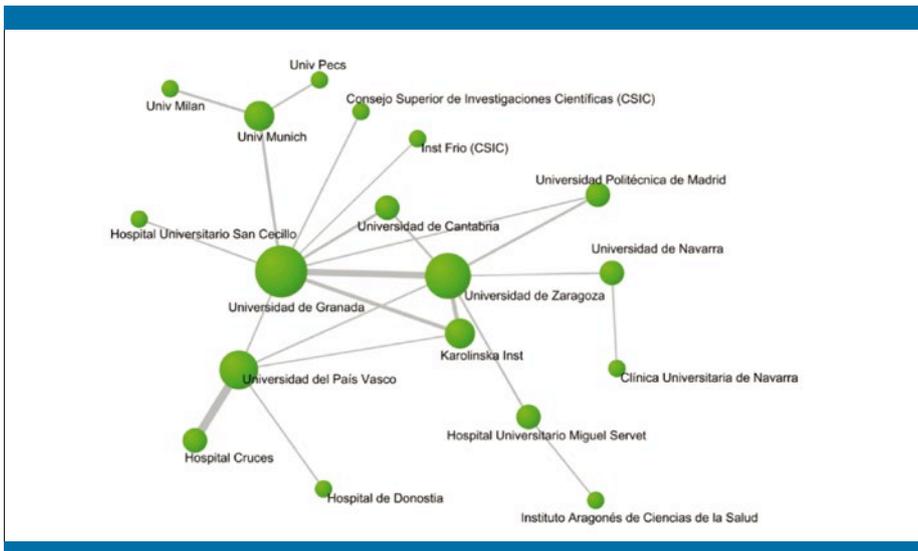
Con la combinación de los tres se puede detectar, por ejemplo, al científico más influyente de un área en concreto, al que posee mayor capacidad para conseguir recursos o al que cuenta con más prestigio de un campo de la ciencia.

En la tabla 1 se muestran las medidas de centralidad de los autores de la investigación «Análisis de la productividad, colaboración, impacto y ámbitos temáticos de la pediatría española en el contexto europeo (2006-2010)»<sup>15</sup>. En esta tabla se aprecia que el autor Bellón Cano se sitúa en los tres indicadores en las primeras posiciones, por lo que sería el investigador con más capacidad de actuación en el campo. Asimismo, García Marcos es el autor con más intermediación, por lo que es el que tiene más capacidad de poner en contacto a investigadores que no se conocen.





**Figura 4.** Grupo de Investigación en Oncología en Ciencias de la Salud de la Comunitat Valenciana. Fuente: Web of Science 2011-2015

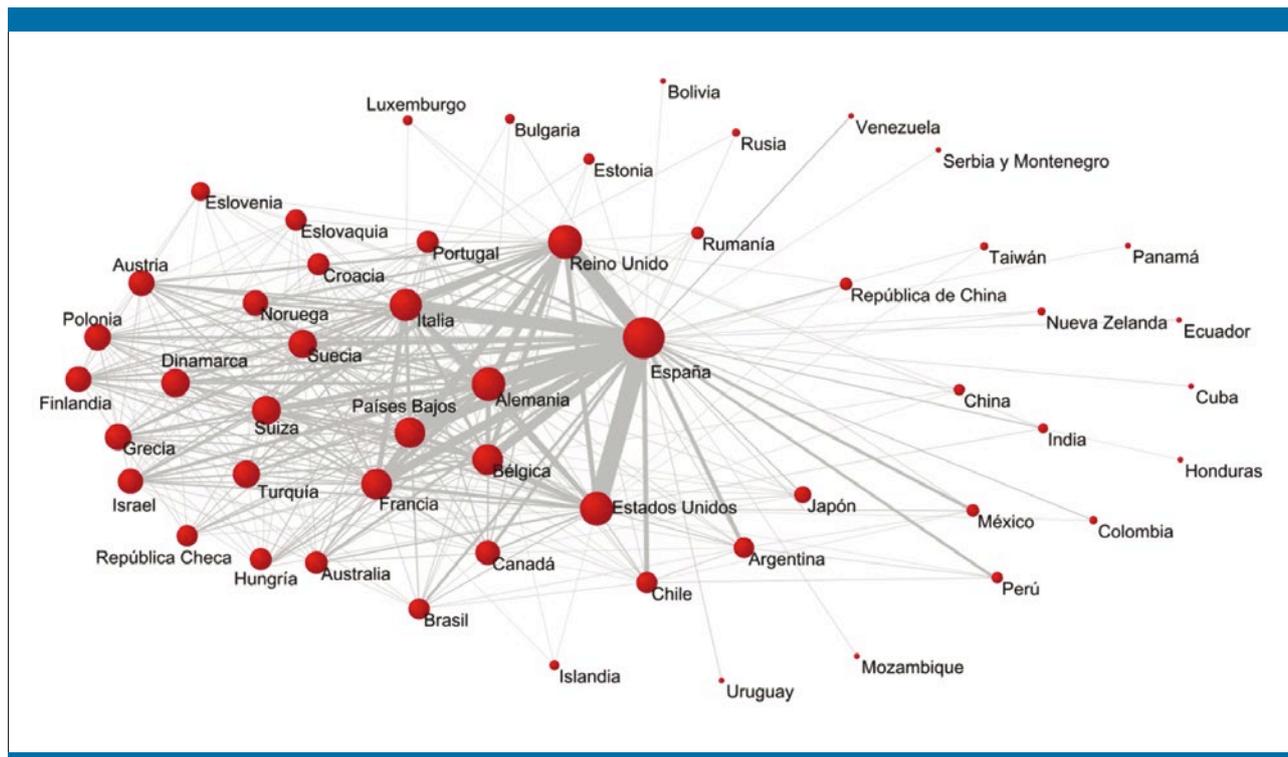


**Figura 5.** Grupo de 19 organismos de la red institucional en un estudio sobre la colaboración científica en pediatría (2006-2010)<sup>15</sup>

ció. En ella se observa claramente que el investigador colabora con, al menos, 3 grupos. Su máxima participación está en el grupo en el que se encuentra Ochoa Sangrador (grupo de la izquierda de la figura), aunque la mayor colaboración (número de veces que son coautores [n= 82]) está situada en el grupo liderado por el investigador Alexandre Benavent (grupo situado en la parte superior). Le sigue, en intensidad de colaboración, la mantenida con Moya Benavent (n= 62), que se ubica en el cuadrante derecho.

#### Redes de colaboración entre autores

En la colaboración entre autores se pueden detectar los grupos de investigación más influyentes, los grupos emergentes y los colegios invisibles. Además, se pueden establecer las posiciones de los científicos en un área del conocimiento. Asimismo, se puede determinar quién es el investigador más destacado y con mayor capacidad de conseguir recursos para la investigación.



**Figura 6.** Red de países en un estudio sobre la colaboración científica en pediatría (2006-2010)<sup>15</sup>

En la figura 4 se presenta el grupo de investigación en oncología, seleccionado a partir de un estudio sobre la investigación en salud en la Comunitat Valenciana (2011-2015). En ella se puede ver que Eduardo Nagore y Carlos Guillén son los autores que más colaboran entre sí y con los demás, por lo que son los más destacados de esta red. Se aprecian cuatro subgrupos y a los autores que hacen de nexo en ellos, como Francesc Messeguer, Zaida García o Samuel Navarro. Se observa que el grupo central tiene más densidad de colaboración, por lo que se puede pensar que se trata de un equipo de investigación ya consolidado y de relevancia en el campo de la oncología.

#### **Red de colaboración institucional**

Igual que con los autores, la colaboración entre instituciones puede proporcionar información sobre sus posiciones en un campo de la investigación y permite discernir, por ejemplo, qué institución tiene más poder y prestigio, además de su capacidad para obtener recursos. En estas redes también se puede observar qué instituciones son más afines y cuáles están en la periferia de ese campo.

Como ejemplo de esta colaboración se ha escogido un grupo de la red de colaboración entre instituciones del estudio mencionado con anterioridad<sup>15</sup>. Se trata de un grupo formado por 19 instituciones (figura 5), y en ella se observa que la Universidad de Granada es la institución que más conexiones distintas tiene. La mayor colaboración institucional se encuentra entre las universidades de Zaragoza y de Granada. También entre la

Universidad del País Vasco y el Hospital de Cruces. Además, se aprecia que existe un triángulo de colaboración más intensa entre la Universidad de Granada, la Universidad de Zaragoza y el Karolinska Institute (Suecia).

#### **Redes de colaboración entre países**

La colaboración entre países nos puede dar razón, por ejemplo, de qué países están en la vanguardia en ese campo, cuáles investigan más en colaboración, o si se investiga más con países europeos, asiáticos o americanos.

En el ejemplo presentado del mismo estudio de pediatría<sup>15</sup> (figura 6), se puede apreciar que España colabora más con Europa y Estados Unidos que con los países asiáticos o sudamericanos. Los países con los que España establece más colaboración en la investigación relacionada con la pediatría son Estados Unidos, Reino Unido, Italia y Alemania.

#### **Estudios de coocurrencia o copresencia**

Con esta tipología de estudios se pueden analizar, entre otros aspectos, las temáticas de las investigaciones y sus interacciones semánticas para determinar los frentes conceptuales de la investigación en un campo concreto, mediante la coocurrencia de las palabras clave en un mismo documento. Asimismo, con la copresencia se podría averiguar qué investigadores o académicos coinciden más en los tribunales de las tesis doctorales, o quiénes son más endogámicos mediante la conectividad entre los directores y los miembros de los tribunales. Por lo que





4. Freeman Linton C. Centrality in social networks: conceptual clarification. *Soc Netw.* 1978; 1: 215-239.
5. Velázquez Álvarez A, Aguilar Gallegos N. Manual introductorio al análisis de redes sociales. Barcelona: Redes, 2005.
6. Baran P. On distributed communications (I). Introduction to distributed communications network. Santa Monica: Rand Corporation, 1964.
7. López Ferrer M. Aplicación del análisis de redes a un estudio bibliométrico sobre psiquiatría, psicología general y psicología experimental [tesis doctoral]. Valencia: Universitat de València, 2008.
8. Molina JL. El análisis de redes sociales. Una introducción. Barcelona: Edicions Bellaterra, 2001.
9. Sández Menéndez L. Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. *Apunt Cien Tecn.* 2003; 7: 21-29.
10. González Alcaide G, Valderrama Zurián JC, Aleixandre Benavent R, Alonso Arroyo A, De Granda Orive JI, Villanueva Serrano S. Redes de coautoría y colaboración de las instituciones españolas en la producción científica sobre drogodependencias en biomedicina 1999-2004. *Trast Adic.* 2006; 8(2): 78-114.
11. Rodríguez JA. Análisis estructural y de redes. Cuadernos metodológicos (16). Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas, 1995.
12. Rodríguez JA, Mérida F. Guía práctica de redes sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2005.
13. Lozares C. La centralidad en las redes sociales: medición, corrección y aplicación. *Metod Enc.* 2013; 15: 77-97.
14. Molina JL, Quiroga A, Martí J, Maya Jariego I, De Federico A. Talleres de autoformación con programas informáticos de análisis de redes sociales. Barcelona: UAB, 2006.
15. González de Dios J, Alonso Arroyo A, Aleixandre Benavent R, Bolaños Pizarro M, Castelló Cogollos L, González Alcalde G, et al. Análisis de la productividad, colaboración, impacto y ámbitos temáticos de la pediatría española en el contexto europeo (2006-2010). Madrid: Asociación Española de Pediatría, 2012.
16. De Granda-Orive JI, Alonso-Arroyo A, García-Río F, Solano-Reina S, Jiménez-Ruiz, CA, Aleixandre-Benavent R. Ciertas ventajas de Scopus sobre Web of Science en un análisis bibliométrico sobre tabaquismo. *Rev Esp Doc Cien.* 2013; 36(2): 1-9.
17. Aleixandre Benavent R, González Alcaide G, Alonso Arroyo A, Bolaños Pizarro M, Castelló Cogollos L, Valderrama Zurián JC. Redes de coautoría y colaboración institucional en farmacia hospitalaria. *Farm Hosp.* 2008; 32: 226-233.
18. Aleixandre Benavent R, González de Dios J, Castelló Cogollos L, Navarro Molina C, Alonso Arroyo A, Vidal Infer A, et al. Bibliometría e indicadores de actividad científica (1). La evaluación de la investigación y de la actividad científica en pediatría a través de la bibliometría. *Acta Pediatr Esp.* 2017; 75: 18-25.
19. Castelló Cogollos L. El campo de la sociología en España (1976-2013). Análisis sociométrico y de redes de las tesis doctorales y sus tribunales [tesis doctoral]. València: Universitat de València, 2016.
20. Castelló Cogollos R, Benedito Casanova A, Cano Cano E, Castelló Cogollos L, Olbiol Francés S, Verdeguer Aracil I. Òrgans formals i xarxes de participació ciutadana del Govern de la Generalitat Valenciana [informe]. València: Universitat de València, 2017.