



# La colaboración en grupos de investigación a través del análisis de redes sociales

Collaboration in Research Groups through Social Network Analysis

Colaboração em grupos de pesquisa por meio da análise de redes sociais

**Cynthia Martínez-Garrido\*** 

**F. Javier Murillo\*\*** 

---

Para citar este artículo: Martínez-Garrido, C. y Murillo, F. J. (2024). La colaboración en grupos de investigación a través del análisis de redes sociales. *Revista Colombiana de Educación*, (90), 80-101. <https://doi.org/10.17227/rce.num90-14492>

---



Recibido: 07/09/2021  
Evaluado: 18/08/2022

---

\* Doctora en Educación. Profesora contratada. Doctora, Universidad Autónoma de Madrid. [cynthia.martinez@uam.es](mailto:cynthia.martinez@uam.es)

\*\* Doctor en Educación. Profesor Titular de Universidad de la Universidad Autónoma de Madrid. [javier.murillo@uam.es](mailto:javier.murillo@uam.es)

## Resumen

La colaboración entre investigadores e investigadoras es esencial para el desarrollo de su práctica profesional y del conocimiento. Esta investigación describe la colaboración intramuros de diferentes áreas de conocimiento. Para lograr este objetivo, se seleccionaron los cuatro grupos de investigación de mayor prestigio de las áreas de Ciencias de la Educación, Psicología, Computación y Ciencias Físicas de la Universidad Autónoma de Madrid. Mediante el análisis de la coautoría en los artículos de investigación publicados en los últimos cinco años por sus miembros, se estimaron la densidad, distancia geodésica, grado de centralidad, poder de Bonacich, grado de intermediación y grado de cercanía de cada grupo utilizando como técnica el Análisis de redes sociales. Los resultados demuestran la existencia de diferentes tipos de redes de colaboración y cultura colaborativa para cada uno de los grupos de investigación. Destacan los grupos de Computación y Ciencias Físicas como los más cohesionados, pero son los grupos de Ciencias de la Educación y Psicología los más abiertos, diversos y con un especial interés en el establecimiento de relaciones con el exterior. A la luz de los resultados obtenidos, se insta a explorar la coautoría en el resto de áreas del conocimiento y se declara la necesidad de apoyo de las administraciones y centros de investigación para potenciar la colaboración entre investigadores.

## Palabras clave

trabajo en equipo, autor, grupos de trabajo, análisis de redes, investigador

## Keywords

teamwork; author; work groups; network analysis; researcher

## Abstract

Collaboration between researchers is essential for the development of their professional practice and the development of knowledge. This research article seeks to describe the intramural collaboration of different areas of knowledge. To address to this objective, the four most prestigious research groups in the areas of Educational Sciences, Psychology, Computing and Physical Sciences at the Autonomous University of Madrid are selected. Through the analysis of the co-authorship in the research articles published in the last five years by its members, metrics such as density, geodesic distance, degree of centrality, Bonacich power, degree of intermediation and closeness of each group were estimated using as a technique the Analysis of Social Networks. The results demonstrate the existence of different types of collaboration networks and collaborative culture for each of the research groups. The Computing and Physical Sciences groups stand out as the most cohesive, but the groups of Education Sciences and Psychology are the most open, diverse and with a special interest in establishing relationships with the outside world. Considering the results obtained, it is urged to explore co-authorship in the other areas of knowledge and the need for support from administrations and research centers to enhance collaboration between researchers is denounced.

## Resumo

A colaboração entre pesquisadores e pesquisadoras é essencial para o desenvolvimento da sua prática profissional e para o desenvolvimento do conhecimento. Este artigo de pesquisa busca descrever a colaboração intramural de diferentes áreas de conhecimento; para cumprir este objetivo, são selecionados os quatro grupos de pesquisa de maior prestígio nas áreas de Ciências da Educação, Psicologia, Informática e Ciências Físicas da Universidade Autónoma de Madrid. Por meio da análise da coautoría nos artigos de pesquisa publicados por seus membros nos últimos cinco anos, seus membros estimaram a densidade, distância geodésica, grau de centralidade, poder de Bonacich, grau de intermediação e grau de proximidade de cada grupo, usando a Análise de Redes Sociais como técnica. Os resultados demonstram a existência de diferentes tipos de redes de colaboração e cultura colaborativa para cada um dos grupos de pesquisa. Os grupos de Ciências Informáticas e Físicas destacam-se como os mais coesos, mas os grupos de Ciências da Educação e Psicologia são os mais abertos, diversos e com especial interesse em estabelecer relações com o mundo exterior. Face aos resultados obtidos, urge explorar a coautoría nas restantes áreas do conhecimento e denuncia-se a necessidade de apoio das administrações e centros de investigação para promover a colaboração entre investigadores.

## Palavras-chave

colaboração; coautoría; grupos de pesquisa; análise de redes sociais; pesquisadores

## Introducción

El estudio de la colaboración entre los investigadores y el análisis de su evolución se ha considerado por la revista *Science* como uno de los 25 grandes retos con los que la ciencia se enfrenta en el próximo cuarto de siglo. Y es que, efectivamente, la colaboración entre investigadores e investigadoras es esencial en el desarrollo de su práctica profesional y el desarrollo del conocimiento (Pennisi, 2005). Existen varias formas de considerar la colaboración en investigación, desde la pertenencia a grupos de investigación o laboratorios pasando por la participación en proyectos de investigación hasta, incluso, la coautoría en los artículos científicos publicados. Esta última, la coautoría, se considera el indicador más fiable para medir la colaboración científica (Kumar, 2015).

Uno de los primeros trabajos que abordó la coautoría como forma de colaboración en la investigación fue el realizado por Smith (1958), que analizó 4189 artículos de investigación publicados en la revista *American Psychologist* entre los años 1946 y 1957. Sus resultados demostraron un ligero aumento en la tendencia a colaborar entre los investigadores en el área de psicología; concretamente, el número medio de autores por artículo se incrementaba desde 1,3 a 1,7 a lo largo de los once años estudiados. Algunos años después, Price (1963) estudió los artículos publicados en la revista *Chemical Abstracts* entre los años 1910 y 1960. Según el autor, mientras en el año 1910 el 80% de los artículos se publicaban exclusivamente por un único autor, cincuenta años más tarde, en 1960, el 60% de los trabajos publicados se escribía en coautoría. Estas cifras incrementaron las expectativas hacia el aumento de la colaboración entre científicos; tanto es así, que Price predijo que en el año 1980 los artículos escritos por un único autor “se extinguirían” (Price, 1963 p. 91).

Existen dos grandes tipos de colaboración entre investigadores. Por un lado, la colaboración “intramuros”, que se realiza entre investigadores de un mismo departamento, institución o grupo de investigación y que es objeto de esta investigación. Por otro, la colaboración “extramuros”, que hace referencia a la colaboración entre estudiosos de diferentes instituciones o sectores, ya sea a nivel nacional o internacional (Katz y Martin, 1997; Moya *et al.*, 2018; Olmeda-Gómez *et al.*, 2008). Kretschmer (1994) refleja claras diferencias en las relaciones que se establecen entre los autores en uno y otro tipo de colaboración. Concretamente, el autor analiza la estratificación social de la colaboración científica y destaca que en la colaboración intramuros existen diferencias significativas en el estatus social de los coautores, mientras que en la colaboración de los investigadores extramuros las relaciones se producen de igual a igual. Otra característica de la colaboración extramuros es, de acuerdo con Katz y Martin (1997), su decrecimiento exponencial según la distancia física que separa a las instituciones de los autores. Según

los autores, al menos el 15% de las investigaciones escritas en coautoría se deben al establecimiento de relaciones previas de colaboración entre las instituciones de cada uno de los autores. Efectivamente, la cooperación internacional requiere un conocimiento previo del socio y la definición de áreas de interés mutuo, seguido de acciones exploratorias que pueden dar lugar al establecimiento de acuerdos bilaterales (Chinchilla-Rodríguez *et al.*, 2010; Herrera *et al.*, 2018).

La tendencia hacia la múltiple autoría difiere de manera significativa entre las ramas de la ciencia. Por un lado, según Vabø (2017), las áreas de conocimiento de Ciencias, Ciencias de la Salud, Ingeniería y Arquitectura se caracterizan por una mayor colaboración internacional y una mayor producción de artículos publicados frente a las áreas de conocimiento propias de las Ciencias Sociales y Jurídicas y de las Artes y Humanidades. Cronin (2001) indica que en estas áreas de conocimiento es común la coautoría entre cuatro o más autores, y que en sus publicaciones es habitual que ocurran situaciones de hiperautoría, es decir, artículos firmados por un extraordinario número de autores procedentes de instituciones de diferentes países. Analizar la contribución de cada autor en una situación de hiperautoría, según Cronin (2001), requiere la consideración de que “para ser un autor no es necesario ser un escritor del artículo”.

Los estudios más recientes que analizan la coautoría en las áreas de conocimiento de Ciencias, Ciencias de la Salud, Ingeniería y Arquitectura pueden organizarse como aquellos que analizan la colaboración entre autores a través de las publicaciones realizadas en determinadas revistas o los que la analizan a través de la publicación en campos interdisciplinarios de estudio. Entre los primeros destacan, por ejemplo, el realizado por Kiliç *et al.* (2019), en el que se analizan los patrones de coautoría en los artículos publicados desde el año 2000 hasta 2016 en 22 revistas de Contabilidad. También el trabajo de Moody (2004), que analiza las publicaciones desde 1963 hasta 1999 de la revista *Sociological Abstract*. O el realizado por Erfanmanesh *et al.* (2017), que analiza la coautoría de 3125 artículos publicados en la revista *Scientometrics*. Entre los trabajos que abordan campos interdisciplinarios de estudio destaca el realizado por Chen *et al.* (2017), en el que se analizan la estructura y evolución de las redes de coautoría en el campo de estudio interdisciplinar denominado “evolución de la cooperación”. Los autores analizaron la autoría en más de 2500 artículos de investigación de las áreas de conocimiento de Biología, Matemáticas, Física, Ciencias Sociales, Ciencias de la Comunicación, Medicina, y Gestión y Negocios, publicados entre los años 1961 y 2013.

Por otro lado, en las Ciencias Sociales y Jurídicas y Artes y Humanidades, aunque cada vez es más común la colaboración entre investigadores, la coautoría está limitada en número, tanto que superar los tres o cuatro autores sucede tan solo en contadas ocasiones (Coccia y Bozeman, 2016).

Además, existen claras diferencias entre las áreas de conocimiento. Así lo confirman los resultados encontrados por Endersby (1996), quien realizó un estudio de los 9960 artículos publicados en las trece revistas de mayor impacto de las áreas de Ciencias Políticas, Sociología, Economía, Psicología, Historia y Administración Pública desde 1984 hasta 1994. Sus resultados indican que la mayoría de trabajos publicados son firmados tan solo por dos autores, y muy rara vez se llegan a superar los cuatro autores. Entre las diferentes áreas de conocimiento abordadas en su estudio, Endersby encontró que en Psicología parece haber una mayor tendencia a la colaboración con casi el 40% de los trabajos firmados por tres o más autores. Esta cifra se reduce bruscamente en Sociología (el 15%), Ciencias Políticas (13%), Economía (11%), Administración Pública (7%) e Historia, donde tan solo el 1% de los artículos se publican firmados por tres o más autores. En el área de conocimiento de Ciencias de la Educación, el reciente estudio realizado por Murillo y Martínez-Garrido (2019) muestra que la colaboración entre investigadores es aún limitada en número. Después de analizar los artículos de investigación educativa empírica escritos por autores latinoamericanos, publicados en revistas editadas en América Latina e indexadas en las bases de datos JCR, Scopus o Scielo, los autores indican que el 66% de los artículos publicados se firman por uno o dos investigadores.

Independientemente de la tipología de la colaboración, sus ventajas están bien documentadas en la bibliografía (Endersby, 1996). Por ejemplo, permite el desarrollo de investigaciones más completas gracias a la combinación de la experiencia de cada investigador y sus fortalezas; permite desarrollar proyectos más ambiciosos que individualmente serían difíciles de lograr; abre canales para la participación de los investigadores novatos que se benefician de la experiencia de sus compañeros expertos; potencia la producción de investigaciones y, además, da sentido al hecho de que la investigación científica es un proceso social que permite el aumento de los nuevos conocimientos a través de las interacciones directas entre los investigadores (Mirc *et al.*, 2017).

En España, no son tan comunes los estudios que analizan la colaboración entre los investigadores, y los realizados hasta la fecha abordan mayoritariamente la rama de Ciencias de la Salud (Alcaide *et al.*, 2006; Alonso Arroyo *et al.*, 2010; Camí *et al.*, 2003; Carretero *et al.*, 2005; García-Martínez *et al.*, 2009). Por ejemplo, Carretero *et al.* (2005) analizan la producción andaluza en biomedicina reflejada en la base de datos ISI, el realizado por la coautoría García-Martínez *et al.* (2009) sobre la coautoría en las revistas de Psicología, o el estudio de Camí *et al.* (2003) donde se analiza la autoría de los trabajos en el ámbito de biomedicina realizados por autores españoles durante el periodo de 1994 a 2000. Los autores analizaron un total de 56 872 documentos elaborados por 1940 grupos de investigación.

Sus resultados indicaron que los grupos de investigación reúnen menos del 15% del total de las firmas, es decir, el 85% de los autores con los que se publica son externos a los propios grupos de investigación. Aunque también existen algunos trabajos que abordan el estudio de la coautoría en la rama de las Ciencias Sociales y Jurídicas; por ejemplo, el realizado por Cabrera (2016) en el que se analiza la coautoría en el área de Ciencias de la Educación, concretamente, de aquellos artículos sobre rendimiento académico. Sus resultados indican que el 87% de los artículos están escritos por un único autor, el 7% de artículos son firmados por dos autores, y el 6% restante se escriben entre tres o más autores. Sobre Ciencias de la Actividad Física y el Deporte destaca el trabajo de Valcárcel *et al.* (2010), que indica que el promedio de autores por artículo publicado es 2,5. Asimismo, se cuenta con evidencias previas de informes que utilizan indicadores bibliográficos de las publicaciones científicas o el Análisis de redes sociales para analizar e identificar la colaboración entre los centros de investigación a nivel nacional y regional; por ejemplo, el análisis realizado por Fecyt (2016) acerca de la actividad científica española o los estudios de Moreno-Pulido *et al.* (2012), Olmeda Gómez y Lara Navarra (2010) o Carretero *et al.* (2005).

Con base en la revisión de la bibliografía previa realizada, la presente investigación describe la colaboración intramuros en grupos de investigación de diferentes áreas de conocimiento.

## Método

Para lograr este objetivo, se analiza la coautoría de los artículos publicados en los últimos cinco años por los miembros de cuatro grupos de investigación de reconocido prestigio, cada uno de un área de conocimiento: Ciencias de la Educación, Psicología, Computación y Ciencias Físicas, cada una de ellas correspondiente a una rama de la ciencia: Ciencias Sociales, Ciencias de la Salud, Ingeniería y Ciencias, respectivamente.

## Variables

Las variables utilizadas en el estudio son el número de nodos, es decir, el número de miembros del grupo y el número de uniones o lazos entre los miembros de cada grupo. Mediante estas variables se han calculado los estimadores que tradicionalmente se utilizan en el análisis de redes sociales y que permiten determinar las propiedades descriptivas de las redes de cada uno de los cuatro grupos de investigación analizados (Freeman, 1978). Estos son: la densidad y la distancia geodésica como

medidas de centralidad; además, el grado de centralidad (*degree*), el poder de Bonacich o vector propio (*Bonacich power or eigenvector*), el grado de intermediación (*betweenness*) y el grado de cercanía (*closeness*).

*Densidad (density)* se define como el número de uniones (lazos) dentro de una red. Se expresa como la proporción del máximo posible de uniones. Su fórmula es

$$\Delta = L/n(n - 1)$$

Donde  $L$  es el número de uniones y  $n$  es el número total de vértices de la red.

*Distancia geodésica (geodesic distance)* es una medida de distancia social (cohesión) de la red. Los autores (nodos) de las redes están conectados directamente entre sí, o de manera indirecta a través de intermediarios. La existencia de lazos (uniones) en la matriz de adyacencia da lugar a conexiones directas, mientras que una conexión indirecta sucede cuando uno o más lazos existen uniendo un nodo a otro nodo. En este caso, se dice que el último nodo es accesible a través del primero. Por ejemplo, la longitud desde el nodo  $i$  al nodo  $j$  tendrá longitud 2, cuando exista un tercer nodo  $h$  que sea adyacente a  $i$  y adyacente a  $j$  y a un segundo, en cuyo caso se dice que el último es accesible desde el primero. Existe una ruta de longitud 2 desde el actor  $i$  al actor  $j$ , cuando hay un tercer actor  $h$  tal que  $i$  es adyacente a  $h$ . La distancia geodésica de la red indica el número de uniones que hay entre uno y otro autor. Por tanto, el número de intermediarios es igual al número de lazos de la matriz menos 1 (Newman, 2004).

*Grado de centralidad o rango (degree)* hace referencia al número de autores con los que un autor concreto está conectado. Es decir, representa la popularidad o atractivo de los miembros dentro del grupo de investigación, al medir el número de relaciones de cada miembro con su entorno. Su medida permite determinar la influencia y la importancia de un autor dentro de la red. Se calcula como el número de uniones de un autor dividido entre el número posible de uniones. Su fórmula es

$$d_i = \frac{\sum_j a_{ij}}{(n - 1)}$$

Donde  $a_{ij}$  indica la existencia o no existencia de lazos entre el autor  $i$  y el autor  $j$ , y  $n$  representa el número de autores. Si existe cualquier lazo de unión entre el autor  $i$  y el autor  $j$ , entonces  $a_{ij} = 1$ . Si no existe unión,  $a_{ij} = 0$  (Chung y Crawford, 2016).

*Grado de intermediación (betweenness)* indica la frecuencia con la que aparece un nodo (autor) en el tramo más corto que une a otros dos nodos. Es decir, mide si uno de los autores actúa como intermediario de otros dos autores sirviendo así de conexión de manera que, de otro modo, ambos autores permanecerían desconectados. Se trata de un indicador

del potencial control de comunicación de un autor dentro de la red. El grado de intermediación se define como la ratio del número de lazos más cortos (entre todos los pares de vértices) que hay que pasar a través de un número dado de vértices dividido del número total de caminos más cortos. Su fórmula es

$$b_i = \sum_{j,k;i \neq j \neq k} \frac{g_{jik}}{g_{jk}} \frac{(n-1)(n-2)}{2}$$

Donde  $n$  es el número de nodos,  $g_{jk}$  es el número de caminos más cortos entre el nodo  $j$  al nodo  $k$ , y  $g_{jik}$  es el número de caminos más cortos desde el nodo  $j$  hasta el nodo  $k$  que pasan por el nodo  $i$  (Robins, 2015).

*Poder de Bonacich* o *vector propio* (*Bonacich power or eigenvector*) es otra medida de centralidad de la red. El “poder” ( $\beta$ ) de cada nodo (autor) indica su centralidad en comparación con la centralidad de los nodos a los que está conectado. Supone que las conexiones con los nodos centrales indican una mayor prominencia que las conexiones similares que se establezcan con nodos periféricos (Bonacich, 1987).

Toma los siguientes valores, si  $\beta > 0$ , el nodo tiene una mayor centralidad cuando está vinculado a personas que son centrales. Por el contrario, si  $\beta < 0$ , entonces el nodo tiene una mayor centralidad cuando está vinculado a personas que no son centrales.

*Grado de cercanía* (*closeness*) mide la capacidad de que un nodo pueda llegar al resto de nodos que integran la red. Se calcula después de contar la totalidad de las distancias geodésicas de un nodo para alcanzar el resto de nodos. El grado de cercanía es una medida inversa a la centralidad, por lo que valores altos indican un nodo menos central, y pequeños valores indican que se trata de un nodo central (Robins, 2015). Su fórmula es

$$c_i = \frac{(n-1)}{\sum_j e_{ij}}$$

Donde  $n$  es el número de nodos, y  $e_{ij}$  es el número de lazos en camino más corto entre el nodo  $i$  hasta el nodo  $j$ .

## Muestra

Los grupos de investigación se seleccionaron con base en cuatro criterios: rama científica, área de conocimiento, número de miembros, trayectoria del grupo y prestigio de sus miembros y pertenencia a la Universidad Autónoma de Madrid (no a sus centros o institutos asociados).

De la siguiente forma, se identificó a las y los investigadores con mayor prestigio (entendido como el mayor número de citas) de la Universidad Autónoma de Madrid según la base de datos de Perfiles en Google Scholar. A partir de estos, se identificaron los grupos de investigación más potentes de esa universidad que tuvieran un número similar de miembros (los grupos seleccionados cuentan con una media de 12 investigadores). De entre estos, se seleccionaron aquellos que pertenecieran a una rama de la ciencia y área de conocimiento diferente: Ciencias de la Educación, Psicología, Computación y Ciencias Físicas (tabla 1).

**Tabla 1**

*Grupos de investigación seleccionados*

	<b>Rama de la ciencia</b>	<b>Área de conocimiento</b>	<b>Reconocimiento*</b>	<b>Índice H5 del IP</b>	<b>N.º de miembros</b>
Grupo 1	Ciencias Sociales y Jurídicas	Ciencias de la Educación	6821	43	15
Grupo 2	Ciencias de la Salud	Psicología	4971	38	12
Grupo 3	Ingeniería	Computación	2713	26	9
Grupo 4	Ciencias	Ciencias Físicas	9634	30	12

\* Interpretado como el número de citas recibidas en los últimos cinco años en Google Scholar por el miembro del grupo con más citas.

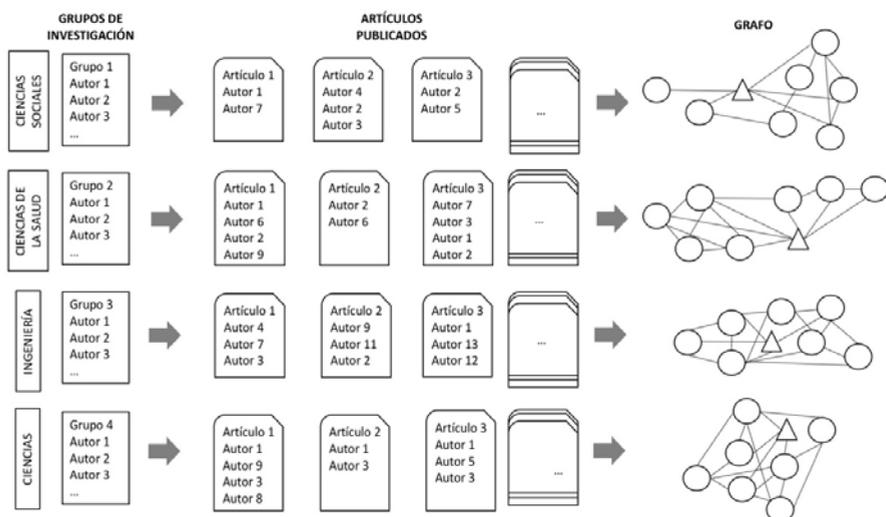
## Trabajo de campo

Una vez identificados los grupos de investigación y sus miembros, se seleccionaron aquellos trabajos publicados durante los años 2013 a 2017 que correspondieran, exclusivamente, a artículos de investigación empírica, descartándose ensayos, revisiones de investigación, editoriales, reseñas, notas informativas, así como comunicaciones o conferencias publicadas o no en libros de actas de congresos.

La diversidad de nombres por los que puede aparecer un autor en la base de datos de Google Scholar se suplió revisando la variedad de nombres asociados al autor y verificando su institución. Cada autor se codificó de 1 a N, siendo N el número máximo de nodos de la red y haciendo corresponder al primer autor con el Investigador Principal (IP) del grupo de investigación, representado en forma de triángulo en el diagrama de la red. El trabajo de campo realizado se representa en la figura 1.

Figura 1

Diagrama de análisis



El análisis de los datos y la visualización de las redes (grafo) que conforman cada grupo de investigación se realizó a través de la técnica de Análisis de redes sociales y del *software* Ucinet. El Análisis de redes sociales es el más utilizado en la localización de estructuras sociales dentro de los grupos y en la identificación los autores que suponen una posición clave dentro de la red por estar bien posicionados, ser populares y estar mejor conectados (Kumar, 2015).

## Resultados

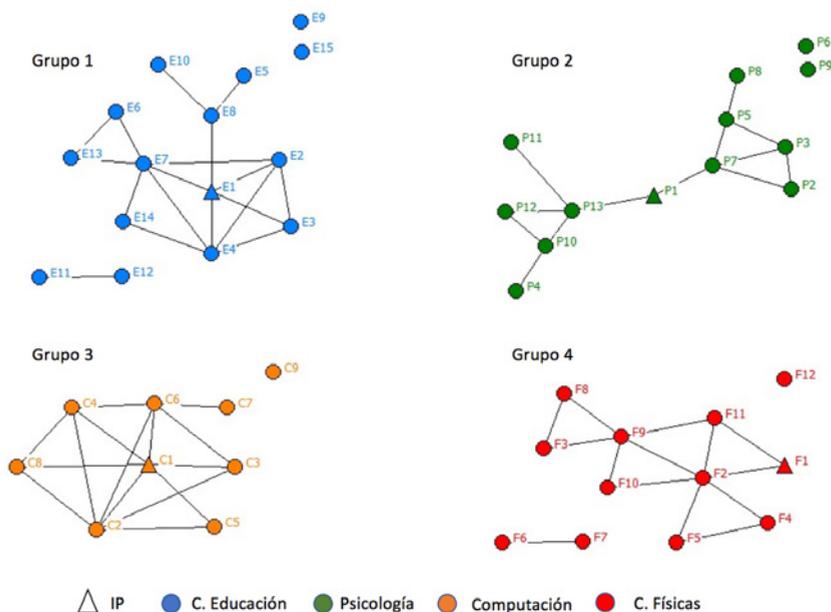
La colaboración en los diferentes grupos de investigación se analiza a través del número de nodos y uniones: los nodos representan los autores, y las uniones conectan los nodos demostrando la coautoría (figura 2). Existirá una unión entre dos nodos si, al menos una vez, los autores han colaborado en la firma de un artículo científico en los últimos cinco años. La potencia de un autor es, por tanto, proporcional a su número de coautorías. Además, el tamaño total de la red generada se denota a través del número de autores que la conforman (entre 9 y 15 investigadores) y el número de uniones que lo conforman (tabla 2).

El grado de conectividad de la red viene dado por el valor de su densidad. Los datos revelan claras diferencias entre los grupos estudiados, y llegan a variar en más del 60% (tabla 2). Por un lado, la densidad del grupo de Ciencias de la Educación y de Psicología es de 0,371 y 0,333 respectivamente, lo cual indica que solo un 37% y un 33% de

todas las posibles uniones (coautorías) entre los autores de esos grupos están produciéndose. Mientras que, por ejemplo, la densidad del grupo de investigación de Computación es 0,972, es decir, el 97,2 % de todas las posibles relaciones.

**Figura 2**

*Diagrama de las redes sociales de cada grupo de investigación*



La distancia geodésica entre dos autores permite conocer cuánto de común tiene la colaboración entre ambos; una menor distancia indica una comunicación más fluida entre ellos. Como se aprecia en la figura 2, existe una estrecha colaboración (distancias cortas) entre los miembros de los cuatro grupos con mínimas diferencias entre estos. Destaca el grupo de investigación de Ciencias de la Educación con una mayor distancia geodésica entre sus miembros (2,13) frente al grupo con menor distancia, es decir, el más cohesionado, el grupo de Computación (1,54).

El estudio de la popularidad de los autores de cada grupo refleja claras diferencias (tabla 2). La mayor centralidad la obtiene el grupo de Computación (41 %) seguido del grupo de Ciencias Físicas (31 %), que duplican a la alcanzada por el resto de grupos. Sin embargo, es mayor la capacidad que el grupo de Psicología tiene para vincular otros autores que, de otro modo, quedarían desconectados; su grado de intermediación es el mayor de los cuatro, un 32 %.

**Tabla 2***Datos globales de los grupos de investigación*

	Área de Conocimiento	Densidad ( $\sigma_1$ )	Uniones	Distancia Geodésica	Centralización	Grado de intermediación	Centralidad
Grupo 1	Ciencias de la Educación	0,371 (0,949)	19	2,125	18,13%	20,96%	0,091
Grupo 2	Psicología	0,333 (0,929)	13	1,601	17,23%	32,20%	0,012
Grupo 3	Computación	0,972 (1,481)	15	1,536	41,07%	18,75%	0,080
Grupo 4	Ciencias Físicas	0,500 (1,104)	14	1,784	31,36%	24,96%	0,119

Las métricas micro de las redes sociales hacen referencia al estudio de su centralización, esto es, qué tan relevantes son los miembros dentro de cada uno de los grupos de investigación. En esta investigación, se utilizaron las tres medidas más comunes para analizar la centralización: grado de centralidad, grado de intermediación y cercanía. La tabla 3 presenta estas medidas para cada uno de los miembros de los grupos de investigación, siendo el ID 1 el miembro IP. El grado de centralidad indica el número de coautorías que tiene un miembro, de modo que un miembro con un alto grado de centralidad ocupa una figura central en la estructura de la red y tiene una gran capacidad de influir en los otros. Según los datos analizados reflejados en la figura 1, en dos de los grupos la figura central coincide con la labor de coordinación del grupo, y se trata de los grupos de investigación en Ciencias de la Educación y en Computación. Es, además, en estos dos grupos donde los IP obtienen un mayor grado de centralidad, lo cual indica que su papel es clave en la robustez de la red y en la transmisión de información dentro de esta.

El grado de intermediación permite interpretar la capacidad de los autores para conectar a otros autores dentro de cada grupo de investigación (tabla 3, figura 1). Aquellos autores con alto grado de intermediación pueden considerarse altamente centrales porque controlan el flujo de información en la red. Las puntuaciones estandarizadas del grado de intermediación indican que del grupo de investigación de Ciencias de la Educación el IP ocupa esta posición central (24,17); en Psicología, dos miembros obtienen mayor grado, uno de ellos el IP (37,88). En los otros dos grupos, el mayor grado de intermediación no lo obtiene el IP sino otro de sus miembros: en Computación 22,62 (ID6) y en Ciencias Físicas 27,27 (ID2). Quizá lo especialmente relevante es que en el grupo de investigación de Ciencias Físicas el IP no tenga capacidad para intermediar con el resto de los autores que forman parte del grupo. En la tabla 3, columna 3, figura un *ranking* que permite identificar a los autores claves de cada red, y que sin ellos el grupo de investigación sufriría una fuerte fragmentación.

La cercanía de cada autor, también llamada la eficacia relacional de cada autor, indica la distancia media de cada miembro con el resto de los de su grupo de investigación. Cuanto mayor es su valor, más fácil es para ese autor obtener y difundir información a través de la red. Los datos obtenidos reflejan que los autores con mayor eficacia relacional son los ID de los grupos, con la excepción del grupo de investigación de Ciencias Físicas que, de nuevo, es el autor ID2 el que obtiene mayor puntuación. Existen investigadores que puntúan alto en su grado de intermediación, pero relativamente bajo en su cercanía. Estos autores, como en el caso del ID13 del grupo de investigación de Psicología, actúan como puentes entre lo que podría considerarse una subcomunidad dentro del grupo y el grupo de colaboración más amplio (tabla 3).

**Tabla 3**

*Resumen de resultados de los miembros de cada grupo de investigación*

ID	Grado de centralización normalizado	Ranking centralización	Intermediación	Centralidad	Cercanía
<b>Grupo 1. Ciencias de la Educación</b>					
1	25,000	1/15	24,176	2,084	18,667
2	21,429	2-3/15	20,330	1,960	17,949
3	16,071	4-5/15	18,681	1,643	17,284
4	21,429	2-3/15	4,945	1,870	18,182
5	1,786	13/15	1,099	0,019	15,730
6	8,929	6/15	0,000	0,203	16,667
7	16,071	4-5/15	0,000	0,664	18,421
8	7,143	7/15	0,000	0,202	17,500
9	0,000	14-15/15	0,000	0,000	0,000
10	3,571	10-12/15	0,000	0,038	15,730
11	3,571	10-12/15	0,000	0,002	7,143
12	3,571	10-12/15	0,000	0,002	7,143
13	5,357	8-9/15	0,000	0,100	16,667
14	5,357	8-9/15	0,000	0,294	16,867
15	0,000	14-15/15	0,000	0,000	0,000
<b>Grupo 2. Psicología</b>					
1	10,417	4/13	37,879	0,967	26,087
2	4,167	8-9/13	0,000	0,474	21,818
3	18,750	3/13	1,515	1,927	22,642
4	2,083	10-11/13	0,000	0,004	19,355
5	20,833	2/13	13,636	1,872	22,642
6	0,000	12-13/13	0,000	0,000	0,000
7	22,917	1/13	37,879	1,939	25,532

ID	Grado de centralización normalizado	Ranking centralización	Intermediación	Centralidad	Cercanía
8	8,333	5-6/13	0,000	0,918	19,355
9	0,000	12-13/13	0,000	0,000	0,000
10	6,250	7/13	13,636	0,022	22,642
11	2,083	10-11/13	0,000	0,020	21,429
12	4,167	8-9/13	0,000	0,020	22,222
13	8,333	5-6/13	40,909	0,130	25,532
<b>Grupo 3. Computación</b>					
1	56,250	1/9	14,286	1,623	47,059
2	53,125	2/9	14,286	1,561	47,059
3	28,125	4-5/9	0,000	1,119	40,000
4	28,125	4-5/9	2,381	1,021	42,105
5	6,250	7/9	0,000	0,255	36,364
6	34,375	3/9	22,619	1,202	44,444
7	3,125	8/9	0,000	0,097	33,333
8	9,375	6/9	0,000	0,338	38,095
9	0,000	9/9	0,000	0,000	0,000
<b>Grupo 4. Ciencias Físicas</b>					
1	9,091	7-10/12	0,000	0,875	21,154
2	38,636	1/12	27,273	2,243	23,913
3	11,364	4-6/12	0,000	0,288	20,755
4	6,818	11/12	0,000	0,672	21,154
5	11,364	4-6/12	0,000	1,149	21,154
6	9,091	7-10/12	0,000	0,006	9,091
7	9,091	7-10/12	0,000	0,006	9,091
8	11,364	4-6/12	0,000	0,288	20,755
9	18,182	2/12	22,727	1,241	23,404
10	9,091	7-10/12	0,000	0,831	22,000
11	15,909	3/12	2,727	1,426	22,449
12	0,000	12/12	0,000	0,000	0,000

## Discusión y conclusiones

Esta investigación analizó la colaboración intramuros entre investigadores de cuatro grupos de investigación de diferentes áreas de conocimiento. Los datos obtenidos permiten evidenciar diferentes tipos de redes de colaboración y cultura colaborativa en cada uno de los grupos de investigación seleccionado.

Efectivamente, los datos muestran claras diferencias en cuanto a las medidas de cohesión de la red social que forman los miembros de cada grupo, y su densidad es claramente diferente: el grupo de Computación es el que mayor grado de densidad obtiene (0,97); a continuación, Ciencias Físicas (0,50), Ciencias de la Educación (0,37) y Psicología (0,33). Esto indica que, aunque en estos dos últimos existe una menor cohesión entre los miembros, se trata de grupos más amplios, abiertos y diversos que, además, se caracterizan por un especial interés en el establecimiento de relaciones con el exterior (Raider y Krackhardt, 2017).

En cuanto a la distancia de sus miembros no pueden establecerse diferencias determinantes en la colaboración. Además, los resultados obtenidos no coinciden con la conocida norma de los “seis grados de separación” que indica que en una gran red bien conectada cada uno de los nodos podía estar conectado con cualquier otro a través de un número pequeño –seis– de pasos (Travers y Milgram, 1969); tampoco, con la norma de las “cuatro conexiones” establecida por Yu y Kak (2014) en su estudio sobre redes sociales (Facebook y Twitter). Los datos obtenidos reducen a más de la mitad este número máximo de conexiones entre autores (entre 1 y 2), fundamentalmente porque se trata de redes sociales pequeñas, con entre 13 y 19 uniones en los casos estudiados.

Asimismo, la centralidad e intermediación de los grupos de investigación reflejan claras diferencias entre estos. Los resultados acerca del grado de centralización obtenidos indican que la capacidad de los autores del grupo de Computación, para colaborar con el resto de autores miembros del grupo de investigación, duplica de largo, por ejemplo, a la hallada en el grupo de Psicología (41 % y 17 %, respectivamente). Una mirada detallada a la capacidad de vinculación de los miembros a los grupos de investigación deja ver que el grupo de Psicología (32 %), seguido de Ciencias Físicas (25 %) son los más capaces de conectar con autores que, de otra forma, quedarían desvinculados del grupo de investigación. Sin embargo, no se pueden establecer diferencias determinantes en la colaboración de los grupos de investigación en cuanto a la distancia social de sus miembros.

El análisis de los autores que más centralizan las publicaciones en cada grupo refleja un cierto parecido entre los grupos de investigación de Ciencias de la Educación y de Computación, cuyos autores más potentes firman 31 artículos; y entre Psicología y Ciencias Físicas, en los que se firma en coautoría 15 y 13 artículos, respectivamente. La tabla 4 presenta la información detallada de los tres autores con mayor grado de centralización de acuerdo con el *ranking* establecido en la tabla 3. Se registra el número de citas recibidas durante los cinco años estudiados, así como el número de trabajos publicados en Google Scholar (en los que al menos el autor aparece en coautoría con un miembro de la red), el número de firmas

totales que hace referencia al número de firmantes total sean o no sean miembros de la red, y, por último, el número de firmas de miembros del grupo de investigación al que pertenece.

**Tabla 4**

*Datos de los autores que más centralizan las publicaciones en cada grupo de investigación*

ID	Citas	Trabajos	Firmas	N.º de firmas de la red	Colabs.	Colab. más intensa	Promedio de firmas
<b>Grupo 1. Ciencias de la Educación</b>							
1	4394	31	75	70	9	5	2,42
2	746	10	31	27	9	5	3,10
4	463	21	51	47	9	5	2,43
<b>Grupo 2. Psicología</b>							
7	930	15	111	33	41	14	7,40
5	992	7	53	17	31	14	7,57
3	4224	15	134	33	45	14	8,93
<b>Grupo 3. Computación</b>							
1	2426	33	120	84	41	10	3,67
2	1779	30	109	76	39	10	3,69
6	94*	5	17	15	7	4	3,40
<b>Grupo 4. Ciencias Físicas</b>							
2	2594	13	69	32	40	13	5,31
9	**	4	30	12	22	13	7,5
11	**	4	26	11	16	10	6,5

\*El autor no recibe citas en el año 2013. La puntuación es la suma de 2014 a 2017. \*\*El autor no ha publicado el número de citas recibidas en Google Scholar.

Vale la pena destacar el número de colaboradores que tienen los miembros, con independencia de si pertenecen o no al grupo de investigación. Los datos hallados, de nuevo, reflejan que no podemos establecer diferencias claras entre los grupos de las diferentes áreas de conocimiento, pues los promedios de colaboración son muy similares, aunque sí se destaca el reducido número de colaboradores del grupo de investigación en Ciencias de la Educación (9). Por otra parte, la colaboración más intensa refleja el artículo publicado con mayor número de firmantes. En este caso, se aprecia de nuevo una tendencia a la colaboración de naturaleza totalmente diferente entre los diferentes grupos. Mientras en Ciencias de la Educación la máxima coautoría se produce entre cinco autores, en Ciencias Físicas y en Psicología la coautoría alcanza entre 13 y 14 autores, respectivamente. Por último, el promedio de firmas refleja la media de firmas de los trabajos elaborado por el autor. Tal como indican los resultados, los trabajos con mayor número de firmas se producen en el grupo de

investigación de Psicología, con más de siete autores firmantes de promedio, mientras que en los grupos de investigación de Computación y Ciencias de la Educación menos autores firman juntos, entre dos y cuatro autores.

Los datos obtenidos permiten, aunque no se trata del objetivo del estudio, analizar el comportamiento de los miembros de los grupos de investigación seleccionados. Para esto, debe diferenciarse entre grupo y red social. Un grupo se caracteriza por la vinculación entre dos o más personas conectadas en torno a unos mismos intereses o relaciones (Mahoney y Loskota, 2017), en el caso de este estudio, intereses profesionales en torno a una línea de investigación. Cuanto mayor sea el tamaño del grupo, mayor será el número de lazos de unión necesarios para vincular a sus miembros. Concretamente, el número máximo de lazos dentro de un grupo en el cual todo el mundo se relaciona viene dado por la siguiente ecuación  $n(n - 1)/2$ , donde  $n$  es el número de personas que forman el grupo. De esta forma, en un grupo de cinco personas se necesitan diez lazos; en un grupo de diez personas, 45 lazos; y en un grupo de cincuenta personas, más de cien lazos. Otro elemento que define los grupos es la condición de membresía, es decir, la relación social de uno de los miembros del grupo con el resto de miembros. En el caso de los grupos de investigación, se trata de una relación, además, regulada por la institución en la que se desarrolle el grupo.

Las redes sociales tienen un carácter más abierto que el de los grupos, pues no existen límites que definen quién forma o se excluye por no ser miembro, sino que para formar una red social un individuo necesita exclusivamente establecer relaciones con algún individuo que ya forma parte del grupo. Por tanto, si un grupo está formado por las personas  $A$ ,  $B$ ,  $C$  y  $D$ , la persona  $E$  puede formar una red social estableciendo una relación de colaboración con tan solo uno de los miembros del grupo (Forsyth, 2018). Esto permite analizar la relación de los grupos de investigación, como grupos o como redes sociales, y, de algún modo, analizar su cohesión. El estudio realizado permite identificar al grupo de Computación más como grupo que como red. Efectivamente, se observa que una mayor cantidad de miembros del grupo de investigación establece relaciones con otros miembros, de manera que se observa una mayor cohesión e interrelación entre los miembros, siendo  $\text{ID2}$ , seguido de  $\text{ID1}$  e  $\text{ID6}$  los miembros que más relaciones establecen (figura 2, tabla 3).

Sin embargo, los grupos de investigación de Ciencias de la Educación, Psicología y, en menor medida, de Ciencias Físicas se comportan más como una red que como un grupo. En los dos primeros casos, el  $\text{IP}$  ejerce una posición central para el establecimiento de relaciones concentrándolas, en mayor medida, a la vez que se establecen relaciones entre miembros externos que colaboran independientemente con alguno de los miembros. En el caso del grupo de investigación de Ciencias Físicas, ocurre que no es

el ID1 el eje central de las relaciones, sino que ID2 e ID9 son los miembros que más relaciones establecen. Este comportamiento es coherente con Leahey (2016) y la definición aportada por Newman (2004) que establece que las redes de colaboración científica son como “pequeños mundos” donde parejas de científicos se mantienen próximas concentradas en *clusters*, de forma que dos científicos tienen una probabilidad mucho mayor de colaborar si tienen un tercer colaborador en común.

Los datos obtenidos son coherentes con los obtenidos por Chen *et al.* (2017) o Cronin (2001), quienes señalaron que cada rama de la ciencia cuenta con una cultura de colaboración diferente que, a su vez, se llena de matices al analizar cada área de conocimiento y grupo de investigación (Camí *et al.*, 2003; Kiliç *et al.*, 2019; Moody, 2004). Sin embargo, los resultados contravienen a quienes establecen la clara supremacía de la colaboración entre investigadores de Ciencias, Ciencias de la Salud e Ingeniería (Vabø, 2017). Además, suponen un aporte más a la evidencia sobre el análisis de la colaboración que se establece en cada área de conocimiento que puede sumarse a los resultados aportados por Fung y Wong (2017) sobre la cooperación científica en la investigación dentro de la industria biofarmacéutica, o por García *et al.* (2015) sobre la colaboración científica en la región latinoamericana en el área de Psicología.

Del estudio realizado, son especialmente reseñables la cuidadosa selección de los grupos de investigación que, sin pretender arrojar datos masivos, ha priorizado la selección de aquellos con mayor reconocimiento y prestigio que representarían cuatro grandes áreas de conocimiento: Ciencias de la Educación, Psicología, Computación y Ciencias Físicas. También se destaca la técnica de análisis utilizada, el Análisis de redes sociales comúnmente utilizada para medir la colaboración en las publicaciones de ciertas revistas o países y que, en este caso, se ha utilizado para medir la colaboración intramuros de los grupos de investigación. Como no podía ser de otra forma, las limitaciones halladas son las mismas que las referidas en estudios de las mismas características: la dificultad metodológica que entraña el análisis sistémico de los grupos organizados y de las actividades de investigación que desarrollan; problemas de escala, de nivel de importancia de lo publicado para medir la cooperación investigadora; y la forma en que esta cooperación al publicar varía con el tiempo.

A la luz de los resultados obtenidos, sería interesante analizar un mayor número de grupos de investigación que aportaran datos del resto de áreas de conocimiento, así como considerar la diversidad de publicaciones que pueden realizarse (actas de congresos, ponencias, exposiciones...), que se amplíe la horquilla de años cubierta y que se utilice una fórmula que combine las citas como medida de calidad de las aportaciones junto a otros métodos para la estimación, por ejemplo, el número de descargas.

Este estudio pretende no solo reflejar la importancia de la publicación científica, tal como Murillo *et al.* (2017, p. 6) señalaron “aquello que no está publicado no existe”, sino que busca recalcar la relevancia de la colaboración entre los miembros de los grupos de investigación para el desarrollo del conocimiento científico. Para que esta colaboración sea posible, se requiere el apoyo de la administración educativa para que se reconozca la labor de transferencia de conocimiento de las publicaciones en coautoría, además del apoyo de las administraciones dentro de los centros superiores de investigación y universidades. Vivimos un momento en la historia de la publicación científica en la que la presión por publicar que reciben los investigadores atañe tanto al reconocimiento, el desarrollo profesional e incluso a su salario. Quizás haya llegado el momento de dejar de reconocer el *cuánto* se publica para pasar a premiar la colaboración con los pares, la difusión y el impacto de los resultados. Solo así estaremos permitiendo que investigadores e investigadoras de todas las áreas de conocimiento cambien el mundo.

## Referencias

- Alcaide, G. G., Zurián, J. V., Benavent, R. A., Arroyo, A. A., De Granda Orive, J. I. y Serrano, S. V. (2006). Redes de coautoría y colaboración de las instituciones españolas en la producción científica sobre drogodependencias en biomedicina 1999-2004. *Trastornos Adictivos*, 8(2), 78-114. [https://doi.org/10.1016/S1575-0973\(06\)75110-8](https://doi.org/10.1016/S1575-0973(06)75110-8)
- Alonso-Arroyo, A., Bolaños-Pizarro, M., González-Alcaide, G., Villamón, M. y Aleixandre-Benavent, R. (2010). Análisis de género, productividad científica y colaboración de las profesoras universitarias de Ciencias de la Salud en la Comunidad Valenciana (2003-2007). *Revista Española de Documentación Científica*, 33(4), 624-642.
- Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92, 1170-1182. <https://doi.org/10.1086/228631>
- Cabrera, L. (2016). Revisión sistemática de la producción española sobre rendimiento académico entre 1980 y 2011. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 119-139. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2016.v27.n1.45293](https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45293)
- Camí, J., Suñen, E. y Méndez, R. (2003). *Caracterización bibliométrica de grupos de investigación biomédica en España*. Universitat Pompeu Fabra.
- Carretero, R., Solís, M. y Sánchez, F. (coords.). (2005). *Indicadores científicos de la producción andaluza en biomedicina y ciencias de la salud (isi, Web of Science, 1990-2002)*. Junta de Andalucía.
- Chen, Y., Ding, C., Hu, J., Chen, R., Hui, P. y Fu, X. (abril, 2017). Building and analyzing a global co-authorship network using google scholar

data. En *Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion* (pp. 1219-1224). International World Wide Web Conferences Steering Committee.

- Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Hassan-Montero, Y., González-Molina, A. y Moya-Anegón, F. (2010). New approach to the visualization of international scientific collaboration. *Information Visualization*, 9, 277-287. <https://doi.org/10.1057/ivs.2009.31>
- Chung, K. S. K. y Crawford, L. (2016). The role of social networks theory and methodology for project stakeholder management. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 226, 372-380. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.201>
- Coccia, M. y Bozeman, B. (2016). Allometric models to measure and analyze the evolution of international research collaboration. *Scientometrics*, 108(3), 1065-1084. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2027-x>
- Cronin, B. (2001). Hyperauthorship: a postmodern perversion or evidence of a structural shift in scholarly communication practices? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52(7), 558-569. <https://doi.org/10.1002/asi.1097.abs>
- Endersby, J. W. (1996). Collaborative research in the social sciences: Multiple authorship and publication credit. *Social Science Quarterly*, 77(2), 375-392.
- Erfanmanesh, M., Rohani, A. y Abrizah, A. (2017). Co-authorship network of scientometrics research collaboration. *Malaysian Journal of Library & Information Science*, 17(3), 73-93.
- Fecyt (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología). (2016). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2005-2014*. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/indicadores-bibliometricos-de-la-actividad-cientifica-espanola-2005-2014>
- Forsyth, D. R. (2018). *Group dynamics*. Wadsworth Cengage Learning.
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, 79(1), 215-239. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- Fung, H. N. y Wong, C. Y. (2017). Scientific collaboration in indigenous knowledge in context: Insights from publication and co-publication network analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 57-69. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.009>
- García-Martínez, A. T., Guerrero-Bote, V. P., Hassan-Montero, Y. y Moya-Anegón, F. (2009). La psicología en el dominio científico español a través del análisis de la cocitación de revistas. *Universitas Psychologica*, 8(1), 13-26.
- García, A., Acevedo-Triana, C. A. y López, W. (2015). The meaning of and proposals for Latin-American cooperation in psychology. *Psykhé*, 24(2), 1-12. <https://doi.org/10.7764/psykhe.24.2.765>

- Herrera, G., Fernández, M. T. y De-Moya, F. (2018). Producción, colaboración e impacto de la investigación en e-learning: análisis bibliométrico y visualizaciones a nivel de país e instituciones (Scopus 2003-2016). *El Profesional de la Información*, 27(5), 1082-1097.
- Katz, J. S. y Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26, 1-18.
- Kiliç, M., Uyar, A. y Koseoglu, M. A. (2019). Co-authorship network analysis in the accounting discipline. *Australian Accounting Review*, 29(1), 235-251. <https://doi.org/10.1111/auar.12271>
- Kretschmer, H. (1994). Author productivity and geodesic distance in bibliographic co-authorship networks and visibility of the web. *Scientometrics*, 60(3), 409-420. <https://doi.org/10.1023/B:SCIE.0000034383.86665.22>
- Kumar, S. (2015). Co-authorship networks: A review of the literature. *Journal of Information Management*, 67(1), 55-73. <https://doi.org/10.1108/AJIM-09-2014-0116>
- Leahey, E. (2016). From sole investigator to team scientist: Trends in the practice and study of research collaboration. *Annual Review of Sociology*, 42, 81-100. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-081715-074219>
- Mahoney, C. O. y Loskota, E. W. T. (2017). Social norms and social change. En A. Dost-Gozkan (ed.), *Norms, groups, conflict, and social change* (pp. 213-238). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315125343-9>
- Mirc, N., Rouzies, A. y Teerikangas, S. (2017). Do academics actually collaborate in the study of interdisciplinary phenomena? *European Management Review*, 14(3), 333-357.
- Moody, J. (2004). The structure of a social science collaboration network: Disciplinary cohesion from 1963 to 1999. *American Sociological Review*, 69(2), 213-238. <https://doi.org/10.1177/000312240406900204>
- Moreno-Pulido, A., López, M. A., Rubio, F., Saúl, L. A. y Sánchez, A. (2013). Evolución de las revistas españolas de Ciencias Sociales en el Journal Citation Reports (2006-2010) y su valoración como indicio de calidad en la normativa evaluadora española. *Revista Española de Documentación Científica*, 36(3), 1-15. <https://doi.org/10.3989/redc.2013.3.987>
- Moya, F., Guerrero, V. P., Lopez, C. y Moed, H. F. (2018). Statistical relationships between corresponding authorship, international co-authorship and citation impact of national research systems. *Journal of Informetrics*, 12(4), 1251-1262. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.10.004>
- Murillo, F. J. y Martínez-Garrido, C. (2019). Una mirada a la investigación educativa en América Latina a partir de sus artículos. *Reice: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 5-24. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.001>

- Murillo, F. J., Martínez-Garrido, C. y Belavi, G. (2017). Sugerencias para escribir un buen artículo científico en Educación. *Reice: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15(3), 5-34. <https://doi.org/10.15366/reice2017.15.3.001>
- Newman, M. (2004). Co-authorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 101(1), 5200-5204. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307545100>
- Olmeda Gómez, C. y Lara Navarra, P. (coords.). (2010). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica de Cataluña (Scopus 2003-2008)*. Scimago Research Group.
- Olmeda-Gómez, C., Perianes-Rodríguez, A., Ovalle-Perandones, M. A. y Moya-Anegón, F. (2008). Comparative analysis of university-government-enterprise co-authorship networks in three scientific domains in the region of Madrid. *Information Research-an International Electronic Journal*, 13(3), 21-45.
- Pennisi, E. (2005). How did cooperative behavior evolve? *Science*, 309(5731), 93.
- Price, D. J. (1963). *Little science, big science*. Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/pric91844>
- Raider, H. y Krackhardt, D. J. (2017). Intraorganizational networks. En J. Baum (ed.), *The Blackwell companion to organizations* (pp. 58-74). Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781405164061.ch2>
- Robins, G. (2015). *Doing social network research: Network-based research design for social scientists*. Sage.
- Smith, M. (1958). The trend toward multiple authorship in psychology. *American Psychologist*, 13, 596-599. <https://doi.org/10.1037/h0040487>
- Travers, J. y Milgram, S. (1969). An experimental study of the small world problem. *Sociometry* 32, 425.
- Vabø, A. (2017). Global: Gender and international research cooperation. En F. Mihut, P. G. Altbach y H. Wit (eds.), *Understanding higher education internationalization. Global perspectives on higher education*. SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6351-161-2\\_66](https://doi.org/10.1007/978-94-6351-161-2_66)
- Valcárcel, J. V., Devís-Devís, J., Villamón, M. y Peiró-Velert, C. (2010). La colaboración científica en el campo de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en España. *Revista Española de Documentación Científica*, 33(1), 90-105. <https://doi.org/10.3989/redc.2010.1.726>
- Yu, S. y Kak, S. (2014). Social network dynamics: An attention economics perspective. En W. Pedrycz y S. Chen (eds.), *Social networks: A framework of computational intelligence* (pp. 225-258). Springer.