

Productividad e igualdad de género en redes de colaboración científica

Productivity And Gender Equality In Scientific Collaboration Networks

Hernando-Efrain Caicedo-Ortiz¹
Elizabeth Santiago-Cortés²
Miguel-Ángel Parra-Álvarez³

Cómo citar/ How to cite: Caicedo, H., Santiago, E. & Parra, M. (2021). Productividad e igualdad de género en redes de colaboración científica. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 16(2), 216 – 230. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2021v16n2.7438>

Resumen

A partir del Análisis de Redes Sociales (ARS) se caracterizó la productividad e igualdad de género de la red de colaboración científica de una institución de educación superior (IES) colombiana. El objetivo de este trabajo es identificar si existe equidad de género entre los investigadores que conforman las redes de colaboración científica tomando como caso de estudio la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, institución de educación superior localizada en Popayán, Colombia. A partir de una metodología de investigación mixta, de tipo explicativo, se incorporó un análisis de redes sociales (ARS) utilizando datos de libre acceso obtenidos del aplicativo GrupLAC de la plataforma SCIENTI del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (Minciencias), abarcando el periodo de las dos últimas convocatorias de clasificación de grupos de investigación e investigadores, comprendidas de 2014 a 2018, determinando el género, la producción de artículos, libros y capítulos de libros, de los investigadores adscritos a cada uno de los tres grupos de investigación de esta institución. Se concluye que a partir del uso del análisis de redes sociales, es posible caracterizar, medir, visualizar y explicar las capacidades de investigación y colaboración científica de cualquier institución de educación superior, con una perspectiva inclusiva y de estudios de género.

Palabras clave

Igualdad de Género; Análisis de Redes Sociales; Colaboración Científica; Género y Ciencia.

Abstract

From the Analysis of Social Networks (ARS), the productivity and gender equality of the scientific collaboration network of a Colombian higher education institution (IES) was characterized. The objective of this work is to identify if there is gender equity among the researchers that make up the scientific col-

Fecha de recepción: 28 de marzo de 2021

Fecha de evaluación: 20 de mayo de 2021

Fecha de aceptación: 28 de junio de 2021

Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Published by Universidad Libre



1 Investigador de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colombia. DTI en el Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México. Correo electrónico: hernando.caicedo@uniautonomo.edu.co ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9674-2118>

2 Investigadora de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colombia. Profesora del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Santa Fé, Ciudad de México, México. Correo electrónico: elizabeth.santiago@uniautonomo.edu.co ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1580-7053>

3 Profesor del Centro de Estudios Superiores en Educación, Ciudad de México, México. Correo electrónico: miguel.apa@cese.edu.mx ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1629-6710>

laboration networks, taking as a case study the Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, a higher education institution located in Popayán, Colombia. From a mixed research methodology, of an explanatory type, an analysis of social networks (ARS) was incorporated using free access data obtained from the GrupLAC application of the SCIENTI platform of the Ministry of Science, Technology and Innovation of Colombia (Minciencias), covering the period of the last two calls for classification of research groups and researchers, from 2014 to 2018, determining the genre, the production of articles, books and book chapters, of the researchers assigned to each of the three groups of research from this institution. It is concluded that from the use of social network analysis, it is possible to characterize, measure, visualize and explain the research and scientific collaboration capacities of any higher education institution, with an inclusive perspective and gender studies.

Keywords

Gender equality; Analysis of Social Networks; Scientific Collaboration; Gender and Science.

Introducción

La colaboración entre académicos y científicos se ha incorporado de forma progresiva como una herramienta que permite el aumento en la generación de conocimiento, así como en el desarrollo de tecnologías e innovación en el ámbito académico. La construcción del conocimiento y el avance científico se sustentan en los pilares de la competitividad, la colaboración y la cooperación, lo que ha permitido dar origen a las redes de colaboración científica (Casas y de Gortari, 2001). Estas redes permiten incrementar la productividad científica, además de aumentar el valor intrínseco de los resultados científicos en contraste con el trabajo individual (González et al., 2013). El trabajo en equipo permite alcanzar un fin común y el hecho de compartir recursos e infraestructura ayuda a optimizar los resultados materiales e intelectuales en la generación de nuevo conocimiento (Cárdenas, 2016).

Las investigaciones sobre “Análisis de Redes Sociales son esenciales, para identificar grupos de investigación y estudiar el rol de los investigadores que los conforman, por lo que la investigación científica y el trabajo de colaboración entre los investigadores, deben proporcionar tanto a los miembros de la comunidad científica como a los responsables de las políticas científicas evidencias claras y objetivas acerca del valor y la utilidad de la misma” (González y Gómez, 2014, p. 10).

En este artículo se estudian las redes de colaboración científica establecidas en el periodo 2014-2018 al interior de la Corporación Uni-

versitaria Autónoma del Cauca, institución de educación superior localizada en la ciudad de Popayán, Colombia. Se utilizó la metodología de análisis de redes, con la cual se busca identificar la correlación entre la productividad académica y el trabajo colaborativo de los distintos investigadores adscritos a esta institución, haciendo una distinción según su género.

Género, producción y colaboración científica

En la actualidad existe una gran brecha de género de la participación femenina en el campo científico (Casad et al., 2021; Cooper et al., 2021; García Arteaga et al., 2021). Distintos autores afirman que las investigadoras femeninas no exceden más del 40 % de la producción científica y que este porcentaje puede disminuir dependiendo de las disciplinas científicas y regiones geográficas en las cuales se encuentran las investigadoras (Larivière et al., 2013; del Valle Rojas et al., 2015; Haba-Osca et al., 2019). Algunos estudios usan la variable de género como una herramienta de diagnóstico sobre equidad de género en el campo académico. Alcaide y colaboradores (2009) realizan un estudio sobre el grado de participación de la mujer en las redes de coautoría en las revistas de sociología de España, encontrando un predominio del género masculino en la autoría de artículos en esta área del 75.08 % frente al 24.92 % del género femenino.

La producción científica (PC) es un proceso social adherente al investigador y está ligado al resultado final a través del cual ellos comunican sus resultados a la sociedad (Katz, 1994; Katz

et al., 1997). Es considerada como la parte materializada del conocimiento generado, siendo más que un conjunto de documentos almacenados en una institución de información. La producción científica puede ser considerada como el resultado final del proceso de investigación científica, donde la alta productividad y nivel de las publicaciones son un indicador de la capacidad, trayectoria y profundidad científica que se le puede asociar a un investigador.

Desde una perspectiva global, los grupos, centros e institutos de investigación adscritos a las universidades son los entes encargados de producir conocimiento, estudiar distintos fenómenos, ayudar a resolver problemas de las empresas e impactar de forma positiva en todos los campos de la sociedad y del conocimiento (Rueda-Barrios y Rodenas-Adam, 2016).

La colaboración científica se puede considerar como una forma especial de colaboración, la cual se desarrolla con el fin de generar investigación científica (Katz y Martin, 1997; Amabile et al., 2001). Esta tiene lugar entre personas que son principalmente investigadores y pertenecen a una o más instituciones de una o más regiones del mundo. Esta colaboración es un mecanismo clave que correlaciona el conocimiento distribuido y las competencias en ideas altamente novedosas, permitiendo producir nuevas perspectivas en la investigación (Heinze y Kuhlmann, 2008). Estas interacciones pueden ocurrir dentro y/o entre campos del conocimiento disímiles y en algunos casos, se producen en diferentes niveles organizacionales, como grupos de investigación, departamentos, facultades e instituciones académicas, científicas o tecnológicas (Bukvova, 2010; Sonnenwald, 2007) hace énfasis en el contexto social de las colaboraciones científicas y su lugar dentro de la comunidad científica. Una forma que se ha utilizado ampliamente para caracterizar la cooperación en ciencia es a través de indicadores bibliométricos (Laudel, 2002; Jiménez González et al., 2021), en particular la coautoría.

Teoría de redes

El análisis de redes sociales (ARS) es una metodología que permite evaluar y cuantificar

el comportamiento de sistemas y estructuras sociales. En el campo de las ciencias básicas, esta área es conocida como análisis de redes o redes complejas (Barabási, 2016; Wasserman y Faust, 2013; Newman, 2018; Wang y Barabási, 2021). En esta sección se definen algunos elementos fundamentales de las redes.

Definición de una red

Una red G se conforma de dos partes, un conjunto de N elementos llamados vértices, nodos o actores y un conjunto L de asociaciones llamadas borde, arista, enlace o relación. La arista (i, j) , enlaza el nodo i con el nodo j .

La representación gráfica de una red se denomina grafo (Lazega et al., 1995; Yang et al., 2017) y es la representación de una matriz de relaciones. La relación entre los nodos está determinada por la existencia o no de los enlaces. En el análisis de redes, resulta altamente relevante las distintas relaciones entre los actores y no su ubicación en la representación gráfica de la red.

Dos características muy relevantes en el estudio de las redes son el tipo y número de enlaces. Una red es dirigida cuando sus nodos están conectados por enlaces direccionados o dirigidos, es decir que existe nodo de origen y un nodo receptor. Visualmente se representa por una flecha entre los dos nodos relacionados y que se denominan arcos. Una red es no dirigida es aquella en la cual la relación entre dos nodos no tiene dirección, es decir que no existe un nodo de origen y un nodo receptor. En algunos casos, los enlaces tienen asociado un peso (este concepto se definirá con claridad más adelante). Una red puede ser dirigida o no dirigida con y sin peso, tal como se observa en la Figura 1.

Peso

En la representación gráfica de una red, la naturaleza del peso de un enlace se visualiza por medio del ancho de las diferentes líneas, tal como se observa en la Figura 2.

La matriz de pesos o matriz de adyacencia de pesos W como una matriz cuadrada $N \times N$

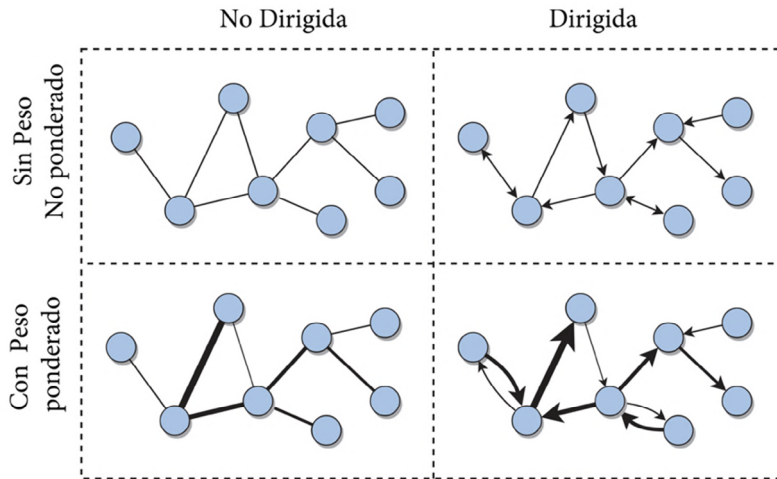


Figura 1. Representación gráfica de una red dirigida, no dirigida con peso y sin peso. Cada par de nodos están conectados por una línea (enlace) o una fecha (enlace dirigido). La flecha indica la dirección del enlace. El grosor de un enlace representa el peso.

Fuente: Menczer et al. (2020).

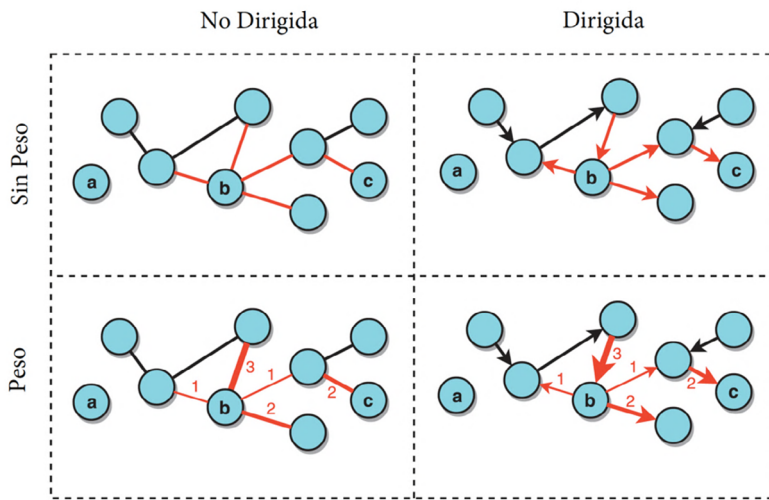


Figura 2. Representación gráfica de una red dirigida y no dirigida sin peso (no ponderada) y con peso (no ponderada). El grosor de un enlace representa el peso de ese enlace, el cual adicionalmente aparece escrito.

Fuente: Menczer et al. (2020).

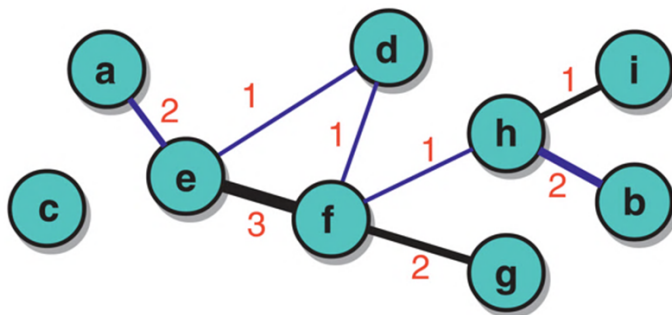


Figura 3. Representación gráfica de una red no dirigida con peso en algunos de sus enlaces.

Fuente: Menczer et al. (2020).

donde cada elemento $w_{ij} \neq 0$ es igual al peso de los enlaces conectados del nodo i al nodo j , y $w_{ij} = 0$ cuando los nodos i y j no están conectados entre sí.

Considerando como ejemplo la red que se observa en la Figura 3, la matriz de adyacencia de pesos es:

$$W = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 1 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 3 & 2 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Algunas de las redes de gran interés científico tienen pesos, pero este no siempre se mide de forma adecuada. En esta investigación este parámetro resulta relevante para identificar las distintas redes de colaboración y coautoría de los investigadores de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Grado de centralidad

El grado de centralidad representa el número de enlaces que tiene un nodo con los otros nodos (Freeman 2012; Wasserman y Faust, 2013; Barabási, 2016).

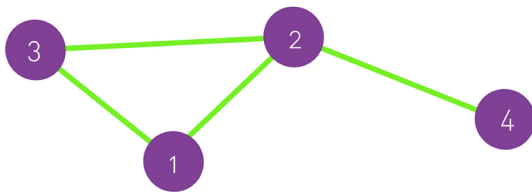


Figura 4. Una red no dirigida, con cuatro nodos. Fuente: Barabási (2016).

Denotamos con k_i el grado del i -ésimo nodo de la red. Para las redes no dirigidas que se muestran en la Figura 4 se tiene que $k_1 = 2$, $k_2 = 2$, $k_3 = 2$, $k_4 = 1$. En una red no dirigida, el número total de enlaces, L , se puede expresar como la suma de los grados de los nodos:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N k_i. \quad (1)$$

El factor $\frac{1}{2}$ corrige el hecho de que, en la suma anterior, cada vínculo se cuenta dos veces. Por ejemplo, el enlace que conecta los nodos 2 y 4 en la Figura 3 se cuentan una vez en el grado del nodo 1 y una vez en el grado del nodo 4.

Metodología

El enfoque de esta investigación fue mixto, de tipo explicativo, empleando el análisis de redes sociales (ARS). La población de estudio son los 210 Profesores adscritos a la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2018, independiente de su tipo de contratación (hora cátedra, medio tiempo, tiempo completo, contrato termino definido, contrato término indefinido). De este conjunto, se seleccionó una muestra no probabilística (Creswell y Clark, 2017; Yin, 2017; Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018; Poth, 2018) de 33 profesores investigadores, que cumplen con los requisitos de pertenecer al menos a uno (1) de los tres (3) grupos de investigación de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca durante el periodo de 2014 a 2018 y tener como mínimo un producto académico (artículo, capítulo de libro, libro) generado en este periodo.

Datos y construcción de redes

Los datos utilizados en esta investigación se obtuvieron de la plataforma Gruplac de Minciencias, la cual está disponible de forma abierta a toda la comunidad en su sitio web. Se consideraron únicamente los productos académicos validados por Minciencias a través de las convocatorias 781 de 2017 (SNCTeI-2017, 2017) y convocatoria 833 de 2018 (SNCTeI-2018, 2018) de clasificación de grupos e investigadores.

La información recopilada del Gruplac tuvo una segunda validación. En este proceso se verificó la existencia en cada una de las revistas y editoriales en las cuales se realizaron las publicaciones reportadas en esta plataforma. Se agregaron los nombres de los coautores que no

son reportados en el Gruplac de Minciencias pero que sí aparecen en los productos académicos, además de su adscripción institucional y el género de cada investigador. Con el fin de mantener la privacidad de los investigadores que conforma la red de colaboración científica de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, se asignó a cada uno de ellos un número entero que permite su identificación.

Los grafos y los cálculos de las distintas medidas de grado de centralidad se realizaron con el programa Gephi⁴, software open-source de análisis de redes y visualización, escrito en Java en la plataforma NetBeans y desarrollado en University of Technology of Compiègne (UTC) en Francia (Bastian et al., 2009). Para la visualización de las redes, se utilizó el algoritmo de Fruchterman-Reingold (Fruchterman y Reingold, 1991)

Resultados

En las Figuras 5-8 se representan los grafos que describen las redes de colaboración científica

de cada grupo de investigación, así como la red institucional. Se hace la distinción a cada investigador (nodo) por su género y para ello se asocia el color rosado al género femenino y el color azul al masculino.

El tamaño de cada nodo (investigador) está asociado a su grado de centralidad, es decir, su tamaño es una representación gráfica de la cantidad de coautores con los cuales ha interactuado y generado algún tipo de producto académico, sea un artículo, un capítulo de libro o un libro resultado de una investigación.

El número asociado a cada enlace representa el peso de ese enlace, es decir, el número de veces que dos autores han colaborado por publicación o lo que equivale al número de artículos, capítulos de libro o libros en el cual la pareja de investigadores han sido coautores. Visualmente esto se asocia al grosor del enlace entre dos nodos (investigadores).

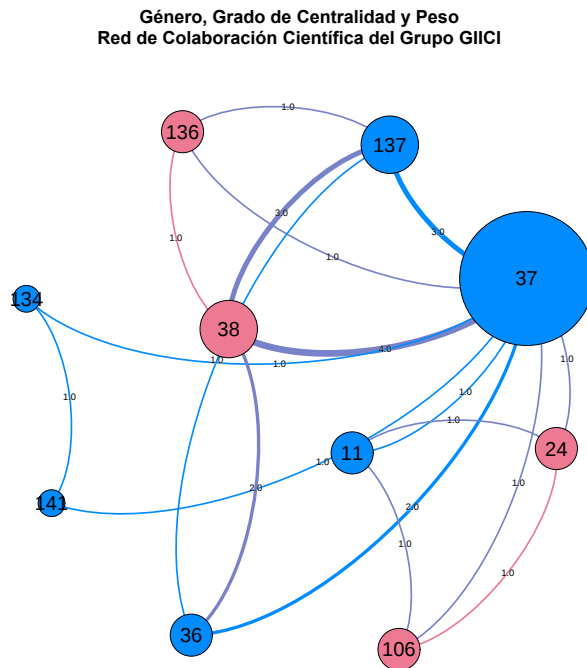


Figura 5. Red de colaboración científica del grupo GIICI, distinguiendo géneros, grado de centralidad y peso entre los investigadores.

Fuente: Elaboración propia.

⁴ Disponible en: <https://gephi.org/>

Género, Grado de Centralidad y Peso
Red de Colaboración Científica del Grupo GITA

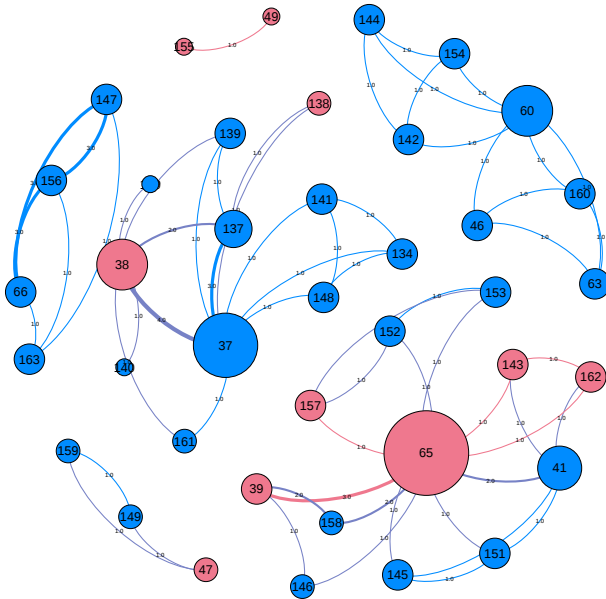


Figura 6. Red de colaboración científica del grupo GITA, distinguiendo géneros, grado de centralidad y peso entre los investigadores.

Fuente: Elaboración propia.

Género, Grado de Centralidad y Peso
Red de Colaboración Científica del Grupo GIISCH

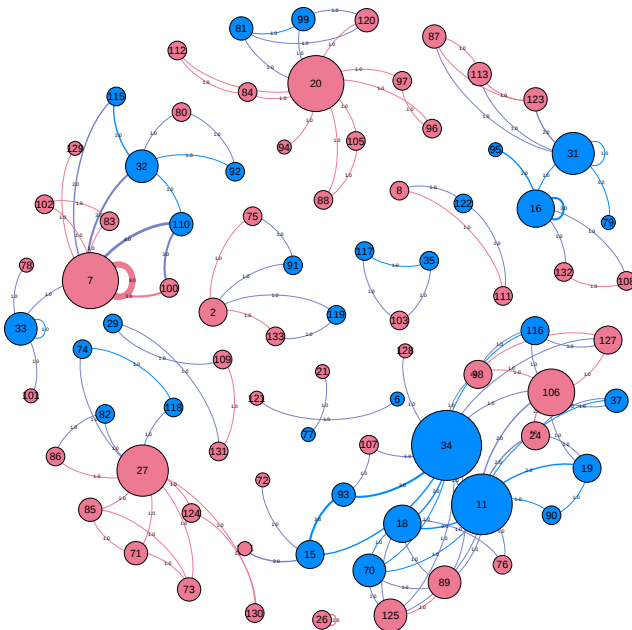


Figura 7. Red de colaboración científica del grupo GIISCH, distinguiendo géneros, grado de centralidad y peso entre los investigadores.

Fuente: Elaboración propia.

Género, Grado de Centralidad y Peso
Red de Colaboración Científica de la Uniautónoma del Cauca

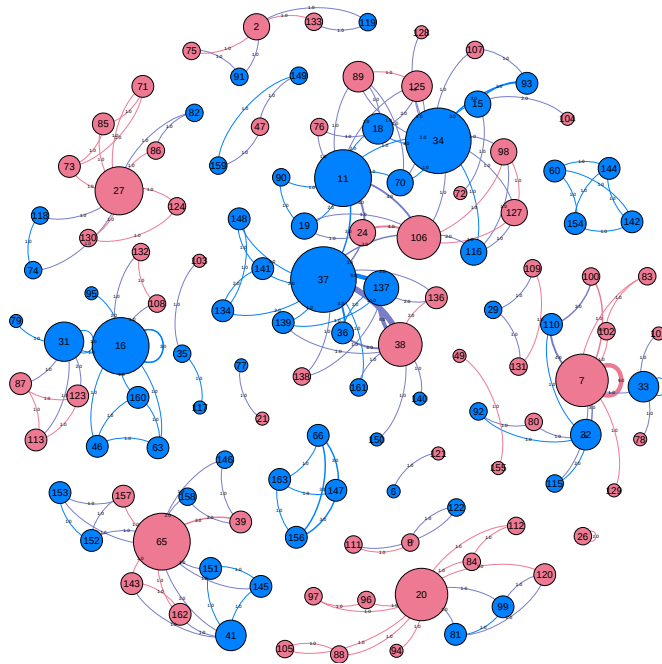


Figura 8. Red de colaboración científica de todos los investigadores de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, distinguiendo géneros, grado de centralidad y peso de los investigadores.
 Fuente: Elaboración propia.

Análisis de resultados

En la Tabla 1 se presenta la relación de los investigadores adscritos a la Corporación Uni-

versitaria Autónoma del Cauca, según su grupo de investigación, género, grado de centralidad (número de coautorías) y peso (producción académica), en el periodo 2014-2018.

Tabla 1. Listado de investigadores de la institución con el grupo, género, grado de centralidad y peso.

INVESTIGADOR	GRUPO	GÉNERO	GRADO DE CENTRALIDAD (Número de coautorías)	PESO (Producción Académica)
2	GIICSH	Femenino	4	2
6	GIICSH	Masculino	1	1
7	GIICSH	Femenino	10	18
8	GIICSH	Femenino	2	1
11	GIICSH	Masculino	11	5
15	GIICSH	Masculino	4	6
16	GIICSH	Masculino	9	7
18	GIICSH	Masculino	5	3
19	GIICSH	Masculino	4	2
20	GIICSH	Femenino	10	5
21	GIICSH	Femenino	1	1
24	GIICSH	Femenino	4	2

INVESTIGADOR	GRUPO	GÉNERO	GRADO DE CENTRALIDAD (Número de coautorías)	PESO (Producción Académica)
26	GIICSH	Femenino	2	4
27	GIICSH	Femenino	9	4
29	GIICSH	Masculino	2	1
31	GIICSH	Masculino	7	6
32	GIICSH	Masculino	5	4
33	GIICSH	Masculino	5	3
34	GIICSH	Masculino	13	7
35	GIICSH	Masculino	2	2
36	GITA - GIICI	Masculino	3	2
37	GITA - GIICI	Masculino	13	12
38	GITA - GIICI	Femenino	8	10
39	GITA	Femenino	3	3
41	GITA	Masculino	5	2
46	GITA	Masculino	3	1
47	GITA	Femenino	2	1
49	GITA	Femenino	1	1
51	GITA	Masculino	1	2
60	GITA	Masculino	3	2
63	GITA	Masculino	3	1
65	GITA	Femenino	11	6
66	GITA	Masculino	3	3

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se observa la red de colaboración científica para el Grupo de Investigación Interdisciplinario en Ciencias e Ingeniería (GIICI), conformada por 10 investigadores en la cual el 60 % de ellos son de género masculino, mientras que el 40 % restante son investigadores de género femenino.

El investigador 37 tiene un grado de centralidad de 13 y un peso de 12 en esta red, Se observa una colaboración de coautoría con el investigador 38 con 4 coautorías y con el investigador 137 con 3 coautorías. La colaboración con los otros investigadores restantes que conforman la red se limita a un máximo de 2 coautorías.

En la Figura 6 se presenta la red de colaboración científica para el grupo GITA, con un total

de 39 investigadores, en la cual el 74.36 % son de género masculino, mientras que el 25.64 % restante son investigadores de género femenino. Los investigadores 65, 37, 38 y 137 tienen con el mayor grado de centralidad y peso en toda la red, el cual se presenta en la tabla 1 y es distinguible en el grafo de la Figura 2.

En Figura 7 se observa la red de colaboración científica para el grupo GIICSH, con un total de 84 investigadores. En esta red, el 61.45 % de los investigadores son de género femenino, mientras que el 38.55 % restante son investigadores de género masculino. Los investigadores 7, 20, 34 y 11 presentan los valores más altos de grado de centralidad y peso de la red, tal como se muestra en la Tabla 1.

Según el Colciencias, el 35 % de los investigadores en Colombia son mujeres (Colciencias, 2019; Escobar-Urbina, 2019). En los últimos años se ha realizando múltiples estudios sobre el rol del género en la productividad científica (Maliniak et al., 2013; Larivière et al., 2013; del Valle Rojas et al., 2015; Haba-Osca et al., 2019; Casad et al., 2021), identificando distintos factores que producen una desventaja al género femenino para dar visibilidad y divulgar los resultados de sus investigaciones, entre los que se resalta una menor productividad (Ferber y Teiman, 1980; Maske et al., 2003; Corley y Sabharwal, 2010; West et al., 2013; Ozel et al., 2014; Eigenberg y Whalley, 2015; Teele y Thelen, 2017; Fahmy, y Young, 2017; López-Bassols et al., 2018; Asadzandi et al., 2019; Escobar-Urbina, 2019; Ordóñez-Matamoros et al., 2020) así como el impacto académico de las publicaciones por género (Ferber y Teiman, 1980; Maske et al., 2003; Maliniak et al., 2013; Casad et al., 2021), aunque este factor en algunas áreas científicas no presentan una diferencia significativa (Ávila-Toscano, 2019).

Distintos autores afirman que las investigadoras femeninas solo publican el 60 % de la producción masculina y que este porcentaje puede disminuir dependiendo de las disciplinas científicas (López-Basolo et al, 2018, Haba-Osca et al., 2019). Algunos estudios usan la variable de género como una herramienta de diagnóstico sobre equidad de género en el campo académico. Alcaide y colaboradores (2009) realizan un estudio sobre el grado de participación de la mujer en las redes de coautoría en las revistas de sociología de España, encontrando un predominio del género masculino en la autoría de artículos en esta área del 75.08 % frente al 24.92 % del género femenino. Este comportamiento es visible en las redes de colaboración científica de los grupos GIICI y GITA, las cuales están asociadas a temáticas de la ingeniería y las ciencias básicas. Para la red de colaboración científica del grupo GIISCH, el comportamiento observado es opuesto, existiendo una alta participación de investigadoras que es superior al 60 % respecto al género masculino.

El grafo de la Figura 8 muestra la red de colaboración científica con los investigadores

adscrito a los distintos grupos de investigación de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca en el periodo 2014-2018. Esta red incluye además a todos los coautores (independiente de su afiliación institucional.) con los cuales los investigadores de la institución han generado algún producto científico

En esta red institucional, el 50.41 % de los investigadores son de género femenino, mientras que el 49.59 % restante son investigadores de género masculino. Ávila-Toscano et al. (2019) reporta un estudio en el cual se analiza las redes de cooperación entre autores e instituciones en el campo de las ciencias sociales en el sistema científico colombiano, considerando como variable el género de los investigadores y encontrando una alta equidad entre ellos. Este resultado coincide con el comportamiento de la red de colaboración científica a nivel institucional, considerando que la mayor cantidad de investigadores de la institución pertenecen a esta área del conocimiento.

El número de investigadores que integran los tres grupos de investigación de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca es de 33 profesores, de los cuales 20 son de género masculino (60.6 %) y 13 de género femenino (39.4 %), como se observa en la Tabla 1.

Al considerar la red de colaboración científica institucional que se muestra en la Figura 4, el número total de nodos es de 123 investigadores (internos y externos a la institución), de los cuales 62 son investigadores de género femenino (50.41%) y 61 masculinos (49.59%). Aunque a nivel institucional aun existe una desigualdad de género asociada a la participación de los investigadores adscritos a la institución en los distintos grupos de investigación, si es visible que la red de colaboración institucional es equitativa en género y no presentan ningún patrón distintivo que permita identificar diferencias entre la productividad asociada a esta característica. Esto resultados nos indica que los investigadores de la institución mantienen vínculos de colaboración científica con investigadores de otras instituciones sean de género masculino o femenino.

Autores como Cole y Zuckerman (1984) proponen la existencia de diferencias en el número de trabajos publicados por hombres y mujeres postulándolo como un «puzle de la productividad», debido a la incapacidad de los autores de explicar con claridad este fenómeno. Estudios posteriores han mostrado la existencia de correlaciones entre la desigualdad de género asociada a variables como la edad, estado civil, rango académico, el tiempo dedicado a la investigación, grado de especialización y estudios de posgrado (Xie y Shauman, 1998; Fox, 2005; Leahey, 2006, Rueda-Barrios et al., 2020). Este comportamiento no es visible en los resultados presentados en esta investigación.

Conclusiones

A partir de la información disponible en la plataforma de GrupLac de Minciencias, se lograron construir las redes de colaboración científica de los tres grupos de investigación, así como así la red institucional de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

La metodología desarrollada en esta investigación permitió la elaboración y visualización de las redes de colaboración científica de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, siendo escalable y robusta, permitiendo cuantificar de forma precisa la productividad de los investigadores y diferenciando el género de cada uno de los investigadores que la conforman.

El uso de colores en los nodos de los grafos de las redes, como propiedad diferenciadora en el género de los investigadores, permite enmarcar el estudio de la producción académica y la colaboración científica en un contexto más real, permitiendo comprobar si existen o no sesgos que promuevan la desigualdad de géneros.

Es visible el aumento en la producción científica por parte de los investigadores de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca durante el periodo comprendido entre 2014 a 2018. Se puede identificar el género de los investigadores que conforman la red de colaboración científica en la institución. A nivel global, en la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca existe una tendencia hacia la equidad de

género, que queda latente en su estructura de la red de colaboración científica. A diferencia de los propuesto por Cole y Zuckerman (1984), en la red de colaboración científica institucional no se observan un «puzle de la productividad» y, por el contrario, dentro de los 10 investigadores con más alto grado y peso, 5 de ellas son investigadoras adscritas a la institución.

A nivel de producción académica, se observa en los distintos grafos que existen un grupo de investigadores con una alta productividad académica, generando 7 de ellos el 62.77 % de toda la producción académica de la institución en el periodo 2014 a 2018. No es posible detectar la existencia de una correlación de desigualdad de género en la red de colaboración científica de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

En los investigadores adscritos a la institución y a sus grupos de investigación, si es visible una mayor participación masculina que femenina. La red de colaboración científica del grupo GIISCH, a diferencia de los otros dos grupos presentan una mayor participación femenina que masculina en sus investigadores.

Los investigadores de la institución mantienen vínculos de colaboración científica con investigadores de otras instituciones sean de género masculino o femenino. Estos resultados sugieren que no existe una política institucional que desmotive o fomente la participación femenina en las actividades de investigación en la IES.

Es fundamental que a nivel institucional se desarrolle e implemente un enfoque con políticas de igualdad de género, las cuales ya se han observado en diferentes disciplinas a nivel internacional.

Algunas propuestas que pueden permitir mejorar los procesos de colaboración científica basados en los resultados obtenidos en esta investigación son los siguientes:

- Motivar la participación de investigadoras de género femenino al interior de los grupos de investigación de la institución,

estableciendo para ello dentro de la reglamentación para creación de nuevos grupos el cumplimiento de una cuota de participación mínima de investigadoras tanto en los grupos como en los proyectos y en las publicaciones.

- Establecimiento en el estatuto profesoral de incentivos económicos que consideren la participación de investigadores de otras instituciones y especialmente extranjeras en la coautoría de productos académicos.

Esta investigación corrobora como a través del uso de un pequeño volumen de datos abiertos es posible obtener resultados relevantes sobre la productividad científica y colaboración entre investigadores en una institución educativa, corroborando ideas como la desigualdad de género en la participación y conformación de grupos de investigación y redes de colaboración científica.

Una de las grandes dificultades para el desarrollo de este tipo de estudios está en el proceso de verificación y normalización de resultados de la base datos abiertos a utilizar. Debido a que la alimentación de la información que esta disponible en el caso del GrupLAC de Minciencias la realizan los propios grupos de investigación e investigadores, es necesario llevar a cabo una comprobación y validación de esta información, independiente del proceso que realiza Minciencias en sus convocatorias. Una propuesta a desarrollar a futuro es la creación de un sistema de medición de productividad científica, con datos abiertos, validados y curados. Este puede ser un proyecto a gran escala y para su desarrollo sería necesario el trabajo colaborativo, así como la interacción de distintos investigadores y grupos de investigación de diversas instituciones a nivel nacional e internacional.

Referencias

- Alcaide, G., Calatayud, V., Zurián, J., y Benavent, R. (2009). Participación de la mujer y redes de coautoría en las revistas españolas de Sociología. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas (Reis)*, 126(1), 153-166. http://reis.cis.es/REIS/PDF/REIS_126_061238578231460.pdf
- Asadzandi, S., Mojtahedzadeh, R., Mohammadi, A., Malgard, S., y Rashidi, H. (2019). The co-authorship and subject areas network in MOOCs'scientific production in web of science. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 20(4), 73-84. <https://doi.org/10.17718/tojde.640514>.
- Amabile, T. M., Patterson, C., Mueller, J., Wojcik, T., Odomirok, P. W., Marsh, M., y Kramer, S. J. (2001). Academic-practitioner collaboration in management research: A case of cross-profession collaboration. *Academy of Management Journal*, 44(2), 418-431. <https://doi.org/10.5465/3069464>.
- Ávila Toscano, J. H., Marengo Escuderos, A., y Orozco, C. M. (2014). Indicadores bibliométricos, redes de coautorías y colaboración institucional en revistas colombianas de psicología. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 32(1), 167-182. <https://www.redalyc.org/pdf/799/79929780013.pdf>
- Ávila-Toscano, J. H., Marengo-Escuderos, A. D. y Romero-Pérez, I. K. (2019). Redes de cooperación entre autores e instituciones en Ciencias Sociales dentro del modelo científico colombiano: comparación por género y área del conocimiento. *Revista General De Información y Documentación*, 29(1), 209-227. <https://doi.org/10.5209/rgid.64545>.
- Barabási, A. L. (2016). *Network science*. Cambridge University Press.
- Bastian, M., Heymann, S. y Jacomy, M. (2009). Gephi: an open-source software for exploring and manipulating networks. *In Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 3(1), 361-362. <https://ojs.aaai.org/index.php/ICWSM/article/view/13937>
- Bukvova, H. (2010). studying research collaboration: A literature review. *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 10(3). <https://sprouts.aisnet.org/10-3>

- Cárdenas Tapia, M. (2016). *Sustentabilidad y redes de conocimiento análisis con la teoría de grafos*. Publicaciones empresariales UNAM, FAC Publishing.
- Casad, B. J., Franks, J. E., Garasky, C. E., Kittleman, M. M., Roesler, A. C., Hall, D. Y., y Petzel, Z. W. (2021). Gender inequality in academia: Problems and solutions for women faculty in STEM. *Journal of neuroscience research*, 99(1), 13-23.
- Casas, R., y de Gortari, R. (2001). *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México* (Vol. 11). Anthropos Editorial.
- Colciencias (2019). *La ciencia en cifras grupos*. Recuperado de <https://Colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos#>
- Cole, J.R y Zuckerman H. (1984). The Productivity Puzzle: Persistence and change in Patterns of Publication of Men and Women Scientists. In M.W. Steinkamp y M. Maehr (eds), *Advances in motivation and achievement*, 2: 217-258.
- Cooper, T, Aharony, N. y Bar-Ilan, J. (2021). “Gender differences in the Israeli academia: a bibliometric analysis of different disciplines. *Aslib Journal of Information Management*, 73(2), pp. 160-179 <https://doi.org/10.1108/AJIM-05-2020-0170>.
- Corley, E. A., y Sabharwal, M. (2010). Scholarly collaboration and productivity patterns in public administration: Analyzing recent trends. *Public Administration*, 88(3), 627-648. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.2010.01830.x>.
- Creswell, J. W., y Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- del Valle Rojas, C. F., Caldevilla Domínguez, D. y Pacheco Silva, C. (2015). La trayectoria de mujeres investigadoras en revistas científicas en español. *Revista Latina de Comunicación Social*, (70), 451-467. <http://dx.doi.org/10.4185/RLCS-2015-1054>.
- Eigenberg, H. M., y Whalley, E. (2015). Gender and publication patterns: Female authorship is increasing, but is there gender parity?. *Women y Criminal Justice*, 25(1-2), 130-144. <https://doi.org/10.1080/08974454.2015.1023882>.
- Escobar-Urbina, B. G. (2019). *Análisis de percepción de la brecha de Ciencia, Tecnología e Innovación entre Ecuador con respecto a Argentina, Chile y Colombia* (Tesis de Licenciatura, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador). <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20499>
- Freeman, L. C. (2012). *El Desarrollo del análisis de redes sociales.: Un estudio de sociología de la ciencia*. Palibrio.
- Fahmy, C., y Young, J. T. (2017). Gender inequality and knowledge production in criminology and criminal justice. *Journal of Criminal Justice Education*, 28(2), 285-305. <https://doi.org/10.1080/10511253.2016.1233346>.
- Ferber, M. y Teiman, M. (1980). Are Women Economists at a Disadvantage in Publishing Journal Articles? *Eastern Economic Journal*, 6(3/4), 189-193. Retrieved July 28, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/40324755>.
- Fox, M. F. (2005). Gender, family characteristics, and publication productivity among scientists. *Social Studies of Science*, 35(1), 131-150. <https://doi.org/10.1177/0306312705046630>.
- Fruchterman, T. M., & Reingold, E. M. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software: Practice and experience*, 21(11), 1129-1164. <https://doi.org/10.1002/spe.4380211102>.
- García Arteaga, V., Cruz Coria, E., & Mejía Reyes, C. (2021). Factores que impulsan e inhiben el empoderamiento femenino: una revisión de literatura. *Revista Reflexiones*, 101(1), 1-19. <https://doi.org/10.15517/rr.v10i1.43649>.
- González Alcaide, G., Gómez Ferri, J., y Agulló Calatayud, V. (2013). *La Colaboración científica: Una aproximación multidisciplinar* (Vol. 1). Nau Llibres.

- González, G.; Gómez, J. (2014). La colaboración científica: principales líneas de investigación y retos de futuro. *Revista Española de Documentación Científica*, 37(4), 1–15. <https://doi.org/10.3989/redc.2014.4.1186>
- Haba-Osca, J., Osca-Lluch, J., y González-Sala, F. (2019). Producción científica española en literatura desde una perspectiva de género a través de Web of Science (1975-2017). *Investigación bibliotecológica*, 33(79), 35-50. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2019.79.57996>.
- Heinze, T., y Kuhlmann, S. (2008). Across institutional boundaries? Research collaboration in German public sector nanoscience. *Research policy*, 37(5), 888-899. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.009>.
- Hernandez-Sampieri, R y Mendoza Torres, C.P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill México.
- Jiménez González, A. E., Gómez Velasco, N. Y., Ayala Sánchez, Y., & Guerrero, S. C. (2021). Estudio de la colaboración en publicaciones científicas. Facultad de Ciencias -UPTC, 2002-2014. *Saber; Ciencia Y Libertad*, 13(1), 304–318. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2018v13n1.2084>.
- Katz R. L. (1994). Geographical Proximity and Scientific Collaboration. *Scientometrics*, 31(1) 31-43. <https://doi.org/10.1007/bf02018100>.
- Katz, J. S., y Martin, B. R. (1997). What is research collaboration?. *Research policy*, 26(1), 1-18. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00917-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1).
- Larivière, V., Ni, C., Gingras, Y., Cronin, B., y Sugimoto, C. R. (2013). Bibliometrics: Global gender disparities in science. *Nature News*, 504(7479), 211-213. <https://doi.org/10.1038/504211a>.
- Lazega, E. (1995). *Revue Française De Sociologie*, 36(4), 781-783. <https://doi.org/10.2307/3322457>
- Laudel, G. (2002). What do we measure by co-authorships?. *Research Evaluation*, 11(1), 3–15. <https://doi.org/10.3152/147154402781776961>.
- Leahey, E. (2006). Gender differences in productivity: Research specialization as a missing link. *Gender & Society*, 20(6), 754-780. <https://doi.org/10.1177/0891243206293030>.
- López-Bassols, V., Grazi, M., Guillard, C., y Salazar, M. (2018). Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Resultados de una recolección piloto y propuesta metodológica para la medición. *Banco Interamericano de Desarrollo*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001082>.
- Maliniak, D., Powers, R. y Walter, B. (2013). The Gender Citation Gap in International Relations. *International Organization*, 67(4), 889-922. <https://doi.org/10.1017/S0020818313000209>.
- Maske, K.L., Durden, G.C. and Gaynor, P.E. (2003), Determinants of Scholarly Productivity among Male and Female Economists. *Economic Inquiry*, 41(4), 555-564. <https://doi.org/10.1093/ei/cbg027>.
- Menczer, F., Fortunato, S. y Davis, C. A. (2020). *A First Course in Network Science*. Cambridge University Press.
- Newman, M. (2018). *Networks*. Oxford University Press.
- Ordóñez-Matamoros, G., Vernot-López, M., Moreno-Mattar, O. y Orozco, L. A. (2020). Exploring the Effects of North-South and South-South Research Collaboration in Emerging Economies, the Colombian Case. *Review of Policy Research*, 37(2), 174-200. <https://doi.org/10.1111/ropr.12378>.
- Ozel, B., Kretschmer, H. & Kretschmer, T. Co-authorship pair distribution patterns by gender. *Scientometrics* 98, 703–723 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1145-y>.

- Poth, C. N. (2018). *Innovation in mixed methods research: A practical guide to integrative thinking with complexity*. Sage.
- Rueda-Barrios, G., y Rodenes-Adam, M. (2016). Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación en Colombia. *Revista española de documentación científica*, 39(1), e118. <https://doi.org/10.3989/redc.2016.1.1198>.
- SNCTeI-2017 (2017). Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTeI 2017. Colciencias. <https://Colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos>
- SNCTeI-2018 (2018). Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTeI 2018. Colciencias. <https://Colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos-0>
- Sonnenwald, D. H. (2007). Scientific collaboration. *Annual Review of Information Science and Technology*, 41(1), 643–681. <https://doi.org/10.1002/aris.2007.1440410121>
- Teele, D. y Thelen, K. (2017). Gender in the Journals: Publication Patterns in Political Science. *PS: Political Science & Politics*, 50(2), 433-447. <https://doi.org/10.1017/S1049096516002985>.
- Wasserman, S., y Faust, K. (2013). *Análisis de redes sociales. Métodos y aplicaciones (Vol. 10)*. CIS-Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Wang, D., y Barabási, A. (2021). *The Science of Science*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108610834>
- West J.D., Jacquet J., King M.M., Correll S.J. y Bergstrom C.T. (2013) The Role of Gender in Scholarly Authorship. *PLoS ONE* 8(7): e66212. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066212>.
- Xie, Y. y Shauman, K. A. (1998). Sex differences in research productivity: New evidence about an old puzzle. *American Sociological Review*, 63(6), 847–870. <https://doi.org/10.2307/2657505>.
- Yang, S., Keller, F. B. y Zheng, L. (2017). *Social network analysis: Methods and examples*. Sage Publications.
- Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage publications.