

Estado de la publicación: El preprint ha sido enviado para publicación en revista

Estado del arte sobre la metodología Análisis de Redes Sociales (ARS) y los Estudios Métricos de la Información (EMI)

Rebecca Vargas-Bolaños

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.5124>

Enviado en: 2022-11-22

Postado en: 2022-12-01 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

Estado del arte sobre la metodología Análisis de Redes Sociales (ARS) y los Estudios Métricos de la Información (EMI)

State of the art on the Social Network Analysis methodology (SNA) and Metric Information Studies (MIS)

Rebecca Vargas Bolaños

Orcid <https://orcid.org/0000-0002-6570-4135>

Resumen: El artículo presenta una descripción teórica de los términos y conceptos más utilizados en las metodologías de los Estudios Métricos de la Información (EMI), específicamente la Bibliometría, y en la de Análisis de Redes Sociales (ARS). Es una primera aproximación y experiencia sobre el estudio de ambas técnicas para el análisis de datos y recuperar información relevante para la persona interesada. En este caso en particular se trata del estado del arte de una investigación sobre la colaboración entre personas autoras de una revista académica de una universidad pública en Costa Rica durante el periodo 2001-2019. El objetivo es dar a conocer de forma ágil y resumida la evolución, trayectoria y aplicabilidad de ambas metodologías, así como conocer algunas experiencias al respecto. Se utilizó como metodología la revisión sistemática o documental. Se contextualiza, se clasifica y se categoriza la información para que la persona lectora tenga una experiencia fluida al consultar este material.

Palabras clave: análisis de redes, bibliometría, investigación

Abstract: The article presents a theoretical description of the terms and concepts most commonly used in the methodologies of Metric Information Studies (MIS), specifically Bibliometrics, and Social Network Analysis (SNA). It is a first approach and experience on the study of both techniques for data analysis and retrieving relevant information for the person concerned. In this particular case, it is the state of the art of a research on the collaboration between authors of an academic journal of a public university in Costa Rica during the period 2001-2019. The objective is to present in an agile and summarized way the evolution, trajectory and applicability of both methodologies, as well as to learn about some experiences in this regard. Systematic or documentary review was used as a methodology. The information is contextualized, classified and categorized so that the reader has a smooth experience when consulting this material.

Keywords: network analysis, bibliometrics, research

1. Introducción

La creación de las redes de colaboración se da por afinidades, complementariedad o necesidad de compartir el conocimiento y los recursos. Para analizar estas redes de colaboración, a nivel de publicaciones científicas, se requiere de indicadores bibliométricos, los cuales son utilizados para contribuir en el avance y desarrollo en la actividad científica y como apoyo en el desempeño de las gestiones editoriales. Estos indicadores bibliométricos determinan el nivel de producción de personas e instituciones, así como las relaciones colaborativas que tienen cada una de ellas con sus pares (González de Dios, 1997, p. 236). A partir de los análisis para obtener redes de colaboración se puede obtener información sobre la evolución de las personas que publican a lo interno de una revista académica en particular.

La bibliometría y el análisis de redes sociales son metodologías diferentes que analizan la producción académica de una persona, institución o país, pero que se complementan en el análisis de los datos. Son técnicas que nacieron de forma independiente para objetivos específicos, por ejemplo, los ARS, desde los años 50' se vienen utilizando en las diferentes áreas o disciplinas de conocimiento con el fin de medir comportamientos humanos (Rodríguez Treviño, 2013; Wellman, 2000). La bibliometría se acuña como término en 1969 cuando Pritchard la define como la aplicación de los métodos estadísticos y matemáticos en los procesos de comunicación escrita (Rubio Liniers, 1999).

En investigaciones relacionadas a esta temática, podemos encontrar beneficios específicos para necesidades concretas, por ejemplo, Miguel et al. (2008) indican que la combinación de técnicas de análisis de redes sociales y de análisis de co-términos pueden generar mapas temáticos, lo que contribuiría a los usuarios en las búsquedas temáticas en bibliotecas de universidades argentinas. Adicionan que las “representaciones gráficas de las redes sociales son ideales como metáfora visual para la recuperación de información” y que estas “representaciones visuales de los esquemas de clasificación temática permiten a los usuarios tener un mapa mental de cómo está organizada la biblioteca” (2088, pp. 640, 641).

Otra investigación más reciente, tuvo como objetivo construir una tipología a partir de las aplicaciones documentadas del Análisis de Redes Sociales como método de estudio de los Sistemas de Innovación mediante un análisis bibliométrico del corpus de textos publicados (Acevedo et al., 2020). Se realizó con una metodología de análisis de indicadores bibliométricos y análisis de contenido. Indican Acevedo et al. (2020, p. 394), que el análisis de redes sociales se aplicó a los sistemas de innovación con el fin de

comprender su eficiencia por medio de la evaluación de la intensidad de las relaciones de sus actores y la influencia variables como la proximidad geográfica, preferencias de consumo de información secundaria como patentes y artículos científicos, lo que confirma nuestra posición de que ambas teorías se complementan para ofrecer resultados más completos.

Russell et al. (2009, párr. 1), son más enfáticos al indicar que “el análisis de redes sociales es una herramienta que se usa cada vez más para determinar las relaciones entre los diferentes elementos bibliográficos que componen un trabajo científico”, y que para medir esas colaboraciones “el ARS se emplea para lograr una interpretación más acertada de estas relaciones”. Reforzamos esta posición en este artículo.

Este artículo presenta la parte teórica de una investigación más amplia que ofrece resultados sobre el uso de la metodología de Análisis de Redes y de los Estudios Métricos de la Información (EMI), como complemento para la investigación científica de corte cuantitativo. Por tanto, el objetivo de este escrito es compartir la fundamentación teórica de los ARS y los EMI como metodología científica en la investigación.

2. Desarrollo

En este apartado, se conceptualizan términos y procesos que son utilizados en las investigaciones cuantitativas tanto de los estudios métricos como del análisis de redes sociales. Estos conceptos se toman como base para conocer la colaboración científica y la producción académica de personas e instituciones, con el fin de obtener información para la toma de decisiones.

2.1 La bibliometría y la colaboración científica

2.1.1 Bibliometría

Esta especialidad métrica “produce información cuantitativa como resultados del análisis de fuentes documentales como los libros y las revistas” (Mora Valverde, 2019, p. 35). Según amplía Mora Valverde, la bibliometría “comprende la aplicación de métodos matemáticos y análisis estadísticos a la literatura de carácter científico y a los autores que la producen, con el objetivo de estudiar y analizar la actividad científica” (2019, p. 35).

Así pues, la bibliometría se define como “la aplicación de las matemáticas y los métodos estadísticos para analizar el curso de la comunicación escrita y el curso de una disciplina”. Se trata, de la explotación estadística de las publicaciones. Además, estudia la organización de los sectores científicos y tecnológicos utilizando las fuentes bibliográficas

y patentes para identificar los actores, sus relaciones y sus tendencias (Spinak, 1996). Su análisis permite poner en conocimiento la actividad de productores (personas investigadoras, laboratorios, institutos, y otros) o de difusores (revistas, editores) de la información científica, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.

Es importante destacar que la primera definición registrada del concepto bibliometría fue elaborada por Prichard en 1969; quien indica que la bibliometría comprende el estudio de los aspectos cuantitativos de la producción, diseminación y utilización de la información registrada (Tague-Sutcliffe, 1994). Desarrolla modelos y mediciones matemáticas para estos procesos y utiliza sus resultados para elaborar pronósticos y tomar decisiones.

La bibliometría es una especialidad métrica que ha ido en constante avance y aceptación en la profesión bibliotecológica y de las ciencias de la información, especialmente en la realización de los trabajos finales de graduación, esta afirmación se hace después de realizar las búsquedas correspondientes. Los resultados de estos análisis han repercutido positivamente en la gestión administrativa de revistas, instituciones y empresas. También la evaluación bibliométrica es utilizada en la toma de decisiones para la mejora de procesos editoriales y administrativos de las instancias analizadas (Maz-Machado et al., 2022).

2.1.2 Colaboración científica

Para definir la colaboración científica, primero se debe conceptualizar el término de publicación científica, la cual es definida por Varela Carrasco como “uno de los últimos pasos de cualquier investigación científica, previa al debate externo” (2016, párr. 6), esta acción la realizan las personas que hacen investigación y desean compartir sus resultados con la comunidad científica. También se encontró otra definición en su Editorial, donde la define como “el resumen o resultado de un trabajo de investigación que se realiza con fines científicos y en correspondencia con ello, se tiene en cuenta la necesidad de compartir con especialistas de las ciencias afines relacionadas ese resultado” (2016, párr. 4).

Por lo que, la colaboración científica es una forma de trabajo académico que ha ido en aumento en las últimas décadas, siendo un aspecto esencial en la actividad profesional de cualquier persona investigadora que utilice esta forma de trabajo interdisciplinaria (González Alcaide y Gómez Ferri, 2014). Este trabajo colaborativo es una opción vital, rápida y eficiente que busca un fin común, en ocasiones podría ser la única forma de hacer

investigación interinstitucional e internacional. González Alcaide y Gómez Ferri (2014, párr. 3), citan a Hara y otros (2003), quienes aseguran que:

En los últimos años se ha intensificado hasta tal punto la especialización del conocimiento y los recursos necesarios para abordar los problemas de la investigación, que hacen de la misma un factor indispensable. Ciencia y colaboración se han constituido en un binomio indisoluble para posibilitar el progreso y el avance del conocimiento. La cooperación genera sinergias que van más allá de lo que puede aportar la suma de las partes consideradas de forma individual. Por todo ello, entender la Ciencia pasa por entender cómo funciona la colaboración científica, conociendo sus dimensiones económicas, políticas, organizacionales, sociales, psicológicas y éticas.

Se podría decir que el trabajo colaborativo de la ciencia o la colaboración científica es una forma de organización en la comunidad científica con el fin de generar nuevo conocimiento de forma conjunta. Esta modalidad va desde la organización teórica y conceptual de algún tema, hasta la aplicación práctica de esos referentes, con la finalidad de llegar a un producto o resultado beneficioso para esta comunidad de investigación.

Relacionado con el término anterior, se amplía en este apartado el significado de redes de colaboración por parte de varios autores personales e institucionales. Se inicia con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2019, párr. 2), quien define el término de la siguiente manera:

Una red de colaboración tiene como propósito el estudio de temas disciplinares o multidisciplinares cuya relevancia amerite un esfuerzo colectivo de alcance regional o nacional, sistemático y permanente. Su labor se sustenta en la colaboración, la coparticipación, la corresponsabilidad y en el intercambio continuo de información con base en la experiencia y competencias de sus miembros.

Esta Asociación indica también que existen varios tipos de redes, por ejemplo, regionales, nacionales, temáticas, académicas, culturales, estudiantiles, de divulgación. El trabajo de las redes ha ido en aumento y ha generado nuevo conocimiento en cada área desarrollada, y este trabajo colaborativo cada vez tiene más prestigio.

2.2 Indicadores bibliométricos de colaboración científica

En la actualidad, la comunidad científica prefiere el trabajo colaborativo e interdisciplinario que el individual, esta es una dinámica que ha ido en aumento en los últimos años. La preferencia de colaboración ha crecido tanto que en la producción de artículos se nota la autoría en parejas como también en tríos, cuartetos y grupos más grandes. Gómez-Crisóstomo et al. (2018, p. 29), confirman que “existe una clara tendencia del aumento en la colaboración de los trabajos, colaboración que se organiza tanto a nivel regional, nacional como internacional”.

Los indicadores de colaboración de personas autoras más importantes son el índice de colaboración de autores y el índice de coautoría de documentos. Estos índices proporcionan datos de la estructura social de una comunidad científica específica o de una temática en particular. Además, estos indicadores ayudan a determinar si esta estructura está formada por grandes grupos de colaboración, por grupos pequeños o por autores individuales (Mora Valverde, 2019).

Además de los indicadores anteriores, llamados unidimensionales; en el área de los estudios métricos existen también los indicadores bidimensionales, los cuales evidencian relaciones entre variables, por ejemplo: documentos, autores, revistas, temas o citación según el interés de análisis. Estos últimos indicadores se desarrollarán en esta investigación.

Uno de estos índices, de particular interés para esta investigación, es el índice de coautoría, el cual estudia la colaboración entre las personas autoras de un determinado tema, y puede definirse como la participación de dos o más autores en un documento (Mora Valverde, 2019). Estas relaciones se visualizan por medio de representaciones geográficas que presentan el comportamiento de las variables en torno a un tema.

Los análisis de las relaciones de coautoría de los artículos científicos identifican estructuras en la comunidad científica que configuran las redes de colaboración. Los nodos de estas redes pueden estar formados por autores o grupos de autores, instituciones o países que van a estar conectados, si han firmado conjuntamente uno o más artículos. La densidad de la red muestra el nivel de colaboración entre los autores, si muchos autores están conectados se observa un alto grado de relación, lo que significa mayor colaboración entre ellos (Mora Valverde, 2019).

Los indicadores bibliométricos son instrumentos y procedimientos que se utilizan para la medición de la ciencia y uno de los aportes más importantes de estos recursos es cuando se utilizan en el marco de una investigación y se fundamenten con base teórica.

Estos indicadores también se clasifican en tres tipos, según el ámbito de alcance: macroanálisis cuando se investiga la actividad científica de un país; mesoanálisis cuando se investiga una disciplina, y microanálisis cuando se investiga a un autor o a un grupo de autores. En esta investigación se utilizará el microanálisis por tratarse de un análisis de autores, aunque estos sean de varios países.

Los indicadores se dividen en unidimensionales y multidimensionales, lo que significa que: “Los indicadores unidimensionales son llamados así porque estudian una sola característica o variable de la unidad de análisis, sin tomar en cuenta las relaciones con otras variables como sí lo hacen los bidimensionales” (Mora Valverde, 2019, p. 54). Para el desarrollo de esta investigación se utilizarán los indicadores bidimensionales, ya que estos utilizan métodos de análisis estadísticos para describir las relaciones entre diferentes elementos bibliográficos (López y Osuna, 2011, p. 109).

2.3 El Análisis de Redes Sociales (ARS)

El análisis estructural o de redes, nace en los años cincuenta en Inglaterra, específicamente en el área de la antropología y sociometría, donde se realizaron los primeros estudios de identificación de relaciones para medir los comportamientos “dentro de los grupos cerrados, como tribus, villorrios y unidades laborales” (Wellman, 2000, p. 12). Brand y Gómez aseveran que el ARS es “un paradigma teórico y un conjunto de técnicas de investigación, que desarrolla amplios conceptos matemáticos tomados de la Teoría de Conjuntos, el álgebra, la topología matemática y la estadística” (2009, p. 4).

En las Ciencias Sociales, esta metodología comenzó a utilizarse en los años 60-70 específicamente en sociología y ciencias políticas, ampliando el número de actores en un análisis de comportamiento. Luego se utilizó y replicó esta metodología en las diferentes áreas de estudio, como son: Economía, Políticas Públicas, Gestión del conocimiento, Relaciones comunitarias, Relaciones interorganizacionales, Relaciones de productividad, capital social, Relaciones para el desarrollo, entre muchas otras (Rodríguez Treviño, 2013).

Un término que se vincula también con la evolución histórica del ARS, es la Teoría del Capital Social, la cual indica que “una estructura social puede facilitar el acceso a un conjunto de recursos o activos” (Rodríguez Treviño, 2013, p. 104). Esta teoría o metáfora se asocia con los recursos, los cuales son instrumentos que pueden ser aplicados a la consecución de ciertos fines. Para autores como Gabbay y Leenders (1999), Portes (1998) y White (2002) recopilados en Rodríguez Treviño, “el capital social es la red de relaciones existentes entre individuos y las ventajas que de ellos se desprenden” (2013, p. 104).

En este sentido tanto las revistas y sus administradores, como los investigadores pueden beneficiarse de esta información para el fomento y desarrollo de proyectos y la búsqueda de mecanismos de financiamiento, así como en la creación de nuevas relaciones (vínculos) entre redes ya existentes. También es beneficioso porque permite conocer la producción de una persona o una institución, pero sobre todo y más importante conocer las relaciones o conexiones entre personas o grupos de personas y sus líneas de investigación, sus países de origen, el tipo de colaboración, preferencia idiomática, entre otras.

En la literatura es posible encontrar que el capital social se divide en tres grandes grupos: el centrado en la persona; el centrado en la red y el centrado en la red de asociaciones cívicas. El capital social centrado en la persona, lo conciben Bourdieu (1977) y Coleman (1988) “como algo inherente a las personas, esto es al número y la calidad de las relaciones de ego, determinados por su clase social (Molina, 2005, p. 85). El capital centrado en la red, “hace residir los recursos en las propiedades de la red de relaciones”, se refiere más al grado de intermediación, es decir la capacidad de ser un puente en la red, de conectar grupos de forma exclusiva (Molina, 2005, p. 85). Por último, el capital social centrado en la red de asociaciones cívicas se refiere a la relación del éxito económico de una región de un país con la red de entidades cívicas y económicas existentes; este concepto se acuña después de las investigaciones de Putman (1993, 1995 citado por Molina, 2005).

Retomando lo anterior, se puede afirmar que el ARS es una metodología de trabajo novedosa y bien aceptada en la comunidad científica mundial, así lo confirman González Alcaide y Gómez Ferri (2014, párr. 21) cuando indican que:

se puede considerar en la actualidad tanto una metodología analítica como un área de conocimiento, ya que ha desarrollado un importante corpus teórico y está cada vez más presente a nivel académico e investigador. Se trata de una metodología basada en la teoría de grafos, que parte del estudio de los vínculos existentes o los atributos o características comunes que comparten un conjunto de individuos, agentes o elementos, con el objeto de analizar las estructuras sociales emergentes que resultan de esas relaciones o atributos compartidos. Su postulado principal es que la estructura resultante de un análisis de la red de relaciones sociales puede constituir una mejor fuente de explicación para interpretar el funcionamiento del sistema social que las conductas o atributos de los individuos que las conforman analizados de forma aislada.

Se amplía este término con la definición que ofrece Luis Sanz Menéndez (2003, p. 21), cuando indica que el ARS es

un método, un conjunto de instrumentos para conectar el mundo de los actores (individuos, organizaciones, etc.) con las estructuras sociales emergentes que resultan de las relaciones que los actores establecen. Por tanto, el análisis de redes debe ser visto más como un conjunto de técnicas con una perspectiva metodológica compartida que como un nuevo paradigma en las ciencias sociales.

A partir de las definiciones anteriores, este artículo se referirá al ARS como una técnica metodológica en el desarrollo de investigaciones sobre todo en la elaboración de estudios métricos del área bibliotecológica.

Otros autores como Berkowitz (1982), Knoke YKulinski (1982), Socott (1991), o Wasserman y Faust (1994), Rodríguez (1995) y Molina (2001); han introducido al ARS (SNA, *social network analysis*, por sus siglas en inglés), también denominado análisis estructural, como herramienta de medición y análisis de las estructuras sociales que emergen de las relaciones entre actores sociales diversos (individuos, organizaciones, naciones, etc.). El ARS es un conjunto de técnicas de análisis para el estudio formal de las relaciones entre actores y para analizar las estructuras sociales que surgen de la recurrencia de esas relaciones o de la ocurrencia de determinados eventos (Sanz Menéndez, 2003, p. 21).

El estudio del análisis de redes se centra en el comportamiento de las personas, y de las estructuras sociales a las que pertenecen, dando menor importancia en el por qué las personas y los actores hacen lo que hacen y, mayor importancia a la comprensión de los condicionantes estructurales de sus acciones. Amplía la idea Sanz Menéndez (2003, p. 21) cuando indica que el aumento en el uso de esta metodología es que la explicación de los fenómenos sociales mejoraría analizando las relaciones entre actores. Este tipo de análisis estudia la conducta de las personas a nivel micro, los patrones de relaciones (la estructura de la red) a nivel macro, y las interacciones entre los dos niveles.

Para Pilar Ibáñez-Cubillas (2016, p. 54), el ARS es “la metodología basada en la Teoría de Redes, para predecir el comportamiento de una red social y entender las relaciones entre los actores de esa red”, ella se basa en autores como Borgatti, Everett, y Freeman, 2007. Además, indica que la ARS contempla tres unidades de análisis, como elementos básicos de una red (Ibáñez-Cubillas, 2016, p. 54), a saber:

1. **El actor (nodo):** se refiere aquellas personas que establecen relaciones sociales con otros individuos en base a un objetivo común.
2. **Relaciones o vínculo:** son los lazos o los vínculos que existen entre dos o más actores. Los lazos pueden ser fuertes o débiles según la fuerza de las relaciones y son útiles para descubrir subgrupos dentro de la red. Se representa con líneas o vectores entre los nodos, dependiendo si el grafo es o no dirigido.
3. **Límites de la red o flujo:** establecen la dirección del vínculo, marcando las relaciones direccionales o unidireccionales, existentes dentro de la red. Por el contrario, también identifica aquellos actores que se encuentran sueltos y carentes de lazos. La totalidad de los nodos y sus vinculaciones representa el tamaño de la red.

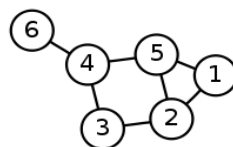
El uso de esta metodología no solo permite obtener datos de cualquier estructura social con facilidad, sino que ofrece aplicaciones de gestión, visualización y análisis. Esto facilita la identificación de los grupos de interés, de redes sociales o de usuarios aislados, desencadenando una comunicación más efectiva con los usuarios.

2.3.1 Conceptos básicos del Análisis de Redes Sociales

Según Polanco (2006, p. 11), todos los conceptos a los cuales se hace referencia a continuación, son útiles cuando se trata de analizar cualquier red. Algunos de estos conceptos se ilustran con ejemplos tomados de López Avellaneda (2021) y de Torres Valencia (s.f.):

- El “**grafo**” es un conjunto de objetos llamados nodos o vértices, que pueden estar unidos (conectados) por líneas llamadas aristas. En los grafos tipo simple, no puede haber más de una arista, que una dos vértices cualesquiera (ver Figura 1).

Figura 1
Ejemplo de un grafo

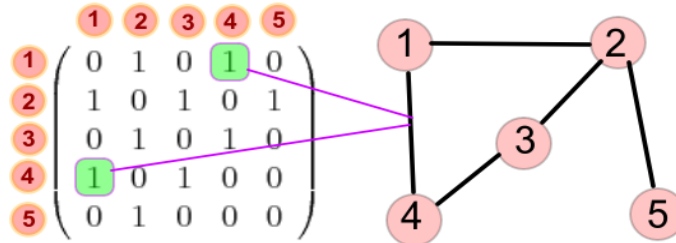


Fuente: López Avellaneda (2021, párr. 1)

- La “**matriz de adyacencia de Modo 1**”, se define como un matriz cuadrada que tiene el mismo número de filas por el mismo número de columnas (ver Figura 2). En esta matriz de adyacencia cada elemento vale 1 cuando haya una arista que una los

vértices, en caso contrario el elemento vale 0, por tanto, esta matriz está formada por ceros y unos.

Figura 2
Ejemplo de Matriz de adyacencia

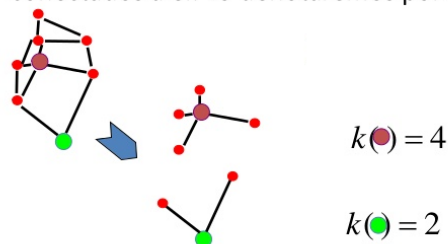


Fuente: López Avellaneda (2021, párr. 9)

- La “**matriz de adyacencia de Modo 2**”, esta matriz no es cuadrada, se elabora por cantidad de eventos. Además, no se cumple la diagonal como en la de modo 1. El evento tiene temporalidad y los actores se relacionan con los eventos. Un análisis de modo 2 puede observar las redes de afiliación que consisten en conjuntos de relaciones entre individuos y eventos; también ofrece la posibilidad de observar la red de relaciones entre diferentes grupos en función de la pertenencia de las personas a dos o más grupos (Mote, 2005, pp. 94-95).
- El “**grado**” de un nodo es el número de nodos adyacentes a este nodo, el número de relaciones incidentes con él. En un grafo orientado un nodo puede ser “adyacente a” o “adyacente desde” otro nodo, dependiendo de la dirección del arco (ver Figura 3).

Figura 3
Ejemplo del grado en una red

- *Grado de un nodo*: número de nodos conectados a él. Lo denotaremos por k



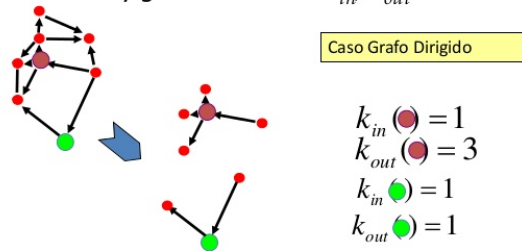
Fuente: Torres Valencia (s.f., p.16)

- El “**grado de salida**” (*out-degree*) es el número de arcos originándose de n_i , y el “**grado de entrada**” (*in-degree*) es el número de arcos terminando en n_i . El grado

saliente de un nodo, $d_{out}(n_i)$, es el número de nodos adyacente desde n_i . El grado saliente del nodo n_i igual al número de arcos de la forma $r_k = \langle n_i, n_j \rangle$, para toda $r_k \in R$, y para todo $n_j \in N$. El grado entrante es un nodo, $d_{in}(n_i)$, es el número de nodos que son adyacentes a n_i . El grado entrante de un nodo n_i es igual al número de arcos de la forma $r_k = \langle n_j, n_i \rangle$, por toda $r_k \in R$, y por todo $n_j \in N$ (ver Figura 4).

Figura 4
Ejemplo de grado entrante y saliente en una red

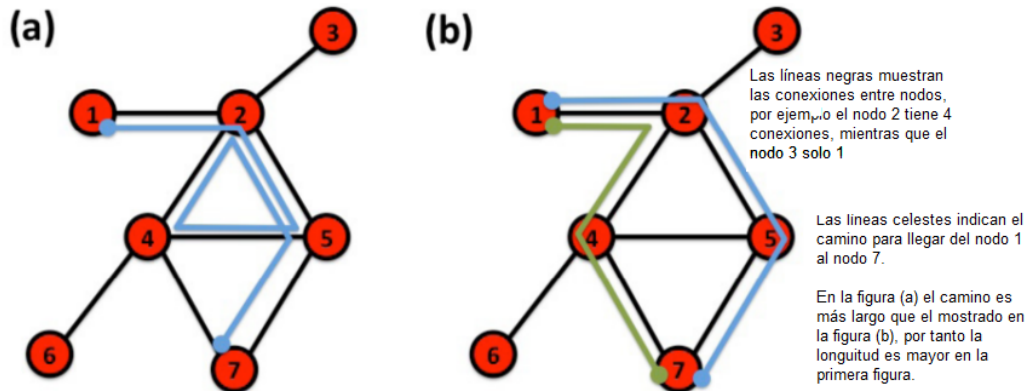
- En el caso dirigido se distingue entre *grado entrante* y *grado saliente*: k_{in} k_{out}



Fuente: Torres Valencia (s.f., p.17)

- Un “camino” es una sucesión de nodos tal que de cada uno de sus nodos existe una arista (o relación o conexión) hacia el nodo sucesor. Se dice que un camino es simple si no se repite ninguno de sus nodos en él.
- La “longitud de un camino” es el número de aristas que usa dicho camino (ver Figura 5).

Figura 5
Ejemplo de camino y longitud en una red



Fuente: Jaimes (2015, caminatas y distancias, párr. 1)

- La “**distancia geodésica**” entre dos nodos es el menor número de aristas de un recorrido entre ellos. Es el camino más corto entre uno nodo y otro. Tomando como ejemplo la Figura 5, la distancia geodésica sería la mostrada en la Figura (b).
- El “**diámetro**” de un grafo es la mayor distancia entre dos nodos de la misma red. Siguiendo el ejemplo de la Figura 5, el diámetro sería la distancia más grande entre todos los pares de nodos de la red, por tanto la Figura (a) muestra el diámetro.

A continuación, se definen las métricas que se utilizan para realizar estudios en el marco de la teoría de análisis de redes, con base en los conceptos de Borgatti *et al.* (2002, citado por Pérez Beltrán, Valerio Ureña y Rodríguez Aceves, 2015, Análisis de redes, pp. 130-131):

- El **grado** se define como el número de otros actores a los cuales un actor está directamente unido o es adyacente. Organiza a los actores por el número efectivo de sus relaciones directas en el conjunto de la red. Este indicador nos da información de la centralidad local de un actor con respecto a los actores cercanos.
- La **centralidad** de un vector propio¹ (*eigenvector*, en alemán) asume que los vínculos hacia los actores más centrales son más importantes que los vínculos hacia los actores periféricos. Por lo tanto, este índice mide la centralidad y poder de cada actor, en función de su propio grado y del grado de los nodos con los que está conectado. Los nodos más centrales, en este sentido, corresponden a los centros de regiones densas en las que todos los actores están conectados entre sí.
- La **cercanía** es la propiedad por la cual un actor puede tener relaciones con otros actores a través de un pequeño número de pasos en la red. La cercanía se basa en la medida de proximidad y en su opuesta, la lejanía. Describe mejor la centralidad general, ya que los actores son valorados por su distancia, medida en pasos hacia los demás actores de la red. Un actor tiene un valor alto de centralidad cuanto menor sea el número de pasos que a través de la red debe realizar para relacionarse con el resto. La cercanía, además, nos indica la autonomía respecto de los otros y puede servir, junto con la mediación, para precisar o matizar la relevancia del valor del grado, ya que se refiere al punto en el que el actor está próximo a todos los demás.
- La **mediación** se define como el nivel en que otros actores deben pasar a través de un actor focal para comunicarse con el resto de los actores. Esta medida da una idea

¹ La raíz *eigen* proviene del alemán y significa “propio”, los eigenvectores reciben el nombre de vectores propios o vectores característicos, de una transformación lineal o de una matriz (Rico Martínez, s.f., p. 1)

del control que cada uno de los actores tiene de los flujos relacionales en el conjunto de la red. Suelen tener valores altos de mediación los actores que vinculan subgrupos o bloques diferentes y que son los puentes entre ellos.

- La **densidad** representa el número de vínculos que se dan entre los nodos con relación a un número máximo de relaciones posibles (e.g. todos los nodos conectados entre sí). Cabe señalar que la densidad puede ser medida en redes valuadas, es decir, en las que las relaciones entre nodos tienen pesos distintos. A esta medida se le denomina densidad ponderada; considera el total de los valores de las relaciones entre nodos, y los divide entre el número total de relaciones posibles en la red.
- La **modularidad** describe cómo la red se conforma de sub-redes o comunidades. Para esta métrica se considera relevante un valor superior a 0.4.
- El **diámetro** determina la distancia máxima entre todos los pares de nodos de la red. Un diámetro infinito puede significar que el grafo tiene una infinidad de vértices, o simplemente que no es conexo. También se puede considerar el diámetro promedio como el promedio de las distancias entre dos vértices.
- La **egored** conocida también como red personal o red egocéntrica se refiere a las relaciones sociales de cada uno de los egos asociados a los actores. Se analizan los datos resumiendo las características de las personas integrantes de una red para correlacionar las características agregadas con las características individuales de los involucrados. Este tipo de datos permite a quienes investigan estudiar cosas tales como las características de las redes de apoyo social, las variaciones en el apoyo social tras un desastre natural, la influencia de las redes en el comportamiento adolescente, la relación entre el uso de drogas intravenosas y la transmisión del VIH, o el efecto de las redes personales en el comportamiento de voto (McCarty, 2010, párr. 5). También son el resultado de las fuerzas que reproduce la sociedad: La organización social y económica, las instituciones culturales y las acciones intencionadas y los resultados (previstos o no) de sus individuos (Giddens 1967, 1987 citado por Molina, 2008, p. 36).
- Análisis de **cluster** se utiliza para encontrar grupos dentro de la red de acuerdo con sus relaciones (Kuz, Falco y Giandini, 2016, p. 92). Este análisis es un conjunto de técnicas multivariantes utilizadas para clasificar a un conjunto de individuos en grupos homogéneos (Introducción al análisis de clusters, s.f., párr. 1).

2.3.2 Herramientas tecnológicas para Análisis de Redes Sociales

Para el análisis de redes sociales se utilizan varios softwares especializados como herramientas para simplificar el trabajo de hacer cálculos, lo que ahorra en tiempo, en exactitud y facilidad de acceso. Estas herramientas “se caracterizan por ser un método práctico, visual y descriptivo, que pueden ejecutarse sobre diferentes plataformas e interfaces web, diseños de arquitectura y motores de ejecución, dando lugar a simulaciones concurrentes bajo diferentes parametrizaciones” (Kuz et al., 2016, p. 94). A la fecha se han desarrollado más de cien herramientas de este tipo, que representan por medio de grafos y de aplicación de métricas un análisis pormenorizado de las características que las redes presentan (Kuz et al., 2016).

Se encuentran herramientas para el análisis de redes sociales, académicas y avanzadas con y sin entorno de programación, entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

Sin entorno de programación:

- Pajek: es un paquete de programas para el análisis y visualización de grandes redes, por ejemplo las redes sociales. Es un programa, documentación y material de apoyo que se pueden descargar y utilizar de forma gratuita, para uso no comercial (Tomado de <https://ars-uns.blogspot.com/2016/04/analisis-y-visualizacion-de-redes-de.html>)
- Ucinet: es uno de los programas más usados del mundo para el análisis de redes sociales. Se distribuye en un solo paquete de instalación, consta de tres módulos con funciones diferentes. Tiene versiones de prueba gratuita, que funciona en equipos de 32 y 64 bits (Tomado de https://cc.bingj.com/cache.aspx?q=ucinet&d=5023149126058460&mkt=es-XL&setlang=es-ES&w=esOos30HbsXsQ5_-ZUmrqIAzoUEfPp8T)
- Gephi: es un software open-source de análisis de redes y visualización en Java en la plataforma NetBeans. Es una herramienta de fácil acceso y poderosa para el análisis de redes (Tomado de <https://ars-uns.blogspot.com/2016/05/una-genial-introduccion-y-tutorial-al.html>)
- Visone: es un programa gratuito para fines académicos y de investigación, no se requiere de registro. Está en constante desarrollo, es gratuito, multiplataforma, pero no es de código abierto. Se ve muy similar a otros (Tulip, Gephi, etc.), pero tiene la ventaja de ofrecer todas las opciones posibles en la misma página (Tomado de <http://ars-uns.blogspot.com/2017/09/software-visone.html>)

- VosViewer: es una herramienta de software para construir y visualizar redes bibliométricas. Sirve para analizar y visualizar la literatura científica. No es de código abierto, pero es de uso libre. Se permite, de forma gratuita, utilizar y/o distribuir este software, siempre que se conserve el aviso de copyright anterior. No está permitido modificar este software (Tomado de <https://universoabierto.org/2020/02/18/vosviewer-es-una-herramienta-de-software-para-construir-y-visualizar-redes-bibliometricas/>)

Con entorno de programación:

- Python: es un lenguaje de scripting independiente de plataforma y orientado a objetos, preparado para realizar cualquier tipo de programa, desde aplicaciones Windows a servidores de red o incluso, páginas web. Es un lenguaje interpretado, lo que significa que no se necesita compilar el código fuente para poder ejecutarlo, lo que ofrece como ventaja la rapidez de desarrollo y como inconveniente una menor velocidad (Tomado de <https://desarrolloweb.com/articulos/1325.php>). Aprender Python proporciona a los programadores las habilidades necesarias para trabajar en negocios, productos digitales, proyectos de código abierto y diversas aplicaciones web fuera de la ciencia de datos. Las bibliotecas más populares son (Equipo de edX, 2021):
 - NumPy (análisis numérico)
 - SciKit-learn (análisis predictivo)
 - Keras (aprendizaje profundo (Deep learning) e inteligencia artificial (Artificial Intelligence))
 - SciPy (computación científica)
 - Seaborn (visualización de datos (Data visualization) estadísticos)
 - Folium (visualización de datos geoespaciales)
 - Pandas (análisis de bases de datos)
 - Matplotlib (API orientada a objetos para incrustar gráficos)
 - PyCharm (entorno de desarrollo integrado [IDE] para Python)
- R: es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R, dedicado a la computación estadística y gráficos. Incluye una consola, editor de sintaxis que apoya la ejecución de código, así como herramientas para el trazado, la depuración y la gestión del espacio de trabajo (Tomado de

<https://es.wikipedia.org/wiki/RStudio>). El ecosistema de R incluye (Equipo de edX, 2021):

- RStudio (un IDE basado en R)
- CRAN (Comprehensive R Archive Network)
- Tidyverse, una popular colección de paquetes de R
- dplyr (un conjunto de funciones que permiten manipular marcos de datos)
- Paquetes R, códigos R reproducibles y funciones
- Ggplot2, un RStudio (un IDE basado en R)

2.3.3 Categorías y subcategorías

Las categorías de análisis son el equivalente a las variables de investigación cuantitativa, es una estrategia metodológica para describir un fenómeno que se desea estudiar, se recomienda que sean pocas, ya que al querer utilizar varias se genera confusión y dispersión en el análisis (Rivas Tovas, 2015).

Indica además Rivas Tovas (2015), que así como en las variables existen dimensiones e indicadores, en las categorías existen las subcategorías e indicadores que nos guían en cualquier investigación. Por tanto, para el desarrollo de esta investigación también se designarán categorías y subcategorías para llegar a cumplir los objetivos planteados.

Para la construcción del conocimiento es sumamente importante y necesario conocer las identidades que se van formando a través del tiempo, a través de los múltiples roles que tiene cada persona, de sus creencias, de sus preferencias, de sus habilidades, de sus grupos de pensamiento, en fin, todas esas condiciones hacen que los humanos sean seres con identidad plural, y por tanto busquen respuestas tanto a lo conocido como a lo que no. Por lo anterior, las personas inician los procesos de investigación en la vida cotidiana y en la vida social, y por tanto se definen categorías y subcategorías de análisis para todo aquello que necesitan saber.

Para César Correa (2017, p. 84), el proceso categorial está vinculado a un ámbito sociocognitivo, en el momento en que, a través de las instituciones, el mundo parental o los grupos sociales de cada persona, se trata de adquirir ya sea por medio de la tradición o de familiarizarse mediante una apertura de horizontes posibles, con el contenido epistémico y pragmático de categorías sociales que van a brindar soporte a los procesos de subjetividad e intersubjetividad. En otras palabras, las categorías sociales se incorporan como elementos cognitivos heredados de una tradición particular o a través de la familiarización

en el mundo de las categorías, brindando sentido a aquello que hacemos (Correa, 2017, p. 84).

Para Alvarado (1993, p. 274), desde la investigación cualitativa, define las categorías como “construcciones para ordenar el mundo vivido y al mismo tiempo como una visión anticipada de dicho mundo”. Lo anterior se basa en que

para la identificación de tendencias y categorías se llega por un proceso de abstracciones sobre las propias evidencias que permite mirar aquellos aspectos que se consideraban como ajenos a un fenómeno, como elementos constitutivos o en relación con el mismo; esto, a través de la identificación, reconocimiento o construcciones de familiaridades, cercanías similitudes. (Alvarado, 1993, p. 274)

2.4 El ARS y su relación con la colaboración científica

La colaboración científica ha sido una importante condición en el ámbito de la producción académica desde finales del siglo XX para quienes investigan, esta condición se ha podido medir a lo largo de los años por medio de estudios bibliométricos, ahora según la propia expresión de Cronin (2001, citado por González Alcaide y Gómez Ferri, 2014), estos estudios han encontrado un renovado empuje recientemente con la incorporación del ARS.

En las últimas décadas se han intensificado los estudios bibliométricos de colaboración científica utilizando la técnica del ARS, que según González Alcaide y Gómez Ferri, (2014, párr. 21), actualmente se le puede considerar

una metodología analítica como un área de conocimiento, ya que ha desarrollado un importante corpus teórico y está cada vez más presente a nivel académico e investigador. Se trata de una metodología basada en la teoría de grafos, que parte del estudio de los vínculos existentes o los atributos o características comunes que comparten un conjunto de individuos, agentes o elementos, con el objeto de analizar las estructuras sociales emergentes que resultan de esas relaciones o atributos compartidos.

Este tipo de análisis (ARS) se aplica para estudiar, entre otras cosas, las coautorías en las publicaciones periódicas, con la finalidad de “identificar y caracterizar la estructura social, el grado de interrelación e influencia de los agentes y grupos que conforman la comunidad científica” (González Alcaide y Gómez Ferri, (2014, párr. 21).

La relación entre los ARS y la colaboración científica es la función evaluativa de la actividad científica por medio de estudios bibliométricos, ya que ambas tienen como unidad de análisis a quienes investigan.

El ARS se basa en la Teoría de Redes (TR) que es también conocida como la teoría de grafos. La TR y su análisis, como se mencionó en la Introducción, es prácticamente desconocida en el área de la bibliotecología costarricense, tanto en su ámbito teórico como metodológico (Perianes Rodríguez, 2007, p. 89). Poco a poco ha ido cambiando esta tendencia y se ha ido incluyendo en el análisis de los datos, esta teoría robustece el análisis de resultados en todas las áreas del conocimiento.

Los estudios de TR tienen su origen en disciplinas como las Matemáticas Discretas y la Teoría de Grafos, la Sociología Matemática, la Psicología de Grupos o la Biología, pero también en la Bibliometría, la Informetría y la Cibermetría, y más recientemente en la Física (Perianes Rodríguez, 2007, p. 3). Los estudios de redes comprenden múltiples enfoques, que se centran en la descripción y el análisis de sus propiedades, la investigación de su modelado y sus dinámicas, y el establecimiento de nuevas técnicas para su visualización. Para autores como Donetti y Muñoz (2004, citado por Perianes Rodríguez, 2007, p. 3), su ámbito de análisis engloba problemas derivados de la existencia de redes sociales, biológicas, de información o tecnológicas, como los sistemas de comunicación (Internet, redes telefónicas), las infraestructuras de transporte (carreteras, líneas ferroviarias o aéreas), los sistemas biológicos (interacción de proteínas, ADN, evolución de epidemias) y un amplio abanico de estructuras de interacción social, entre las que se encuentran las redes de colaboración entre científicos.

Como ejemplos del uso y utilidad del análisis de redes en la investigación se muestra el caso de López Ferrer (2010), quien enmarca su investigación en los estudios sociométricos de literatura científica. En concreto, en la aplicación del análisis de redes a la colaboración científica y las pautas de citación entre investigadores para comparar tres áreas temáticas: psiquiatría, psicología general y psicología experimental. Los objetivos de su investigación fueron aplicar el análisis de redes para acotar universos de conocimiento independientes pero lo suficientemente próximos y relacionados como para estudiarlos en paralelo, buscar sus similitudes y diferencias en base a los indicadores bibliométricos y de red obtenidos.

Se concluyó que el análisis de redes aplicado a los sistemas de clasificación de las bases de datos es útil para acotar universos de conocimiento que trascienden los propios sistemas de clasificación siempre más simplistas; que los gráficos de redes permiten

objetivar grupos de trabajo y dinámicas en ellos que de otro modo sería difícil descubrir, para ello resulta además especialmente útil superponer las redes de colaboración con las de citas puesto que las primeras representan relaciones explícitas y las segundas relaciones implícitas, pero ambas sirven para posicionar autores y grupos entre sí.

Finalmente, se apunta la necesidad de una flexibilización en los indicadores de seguimiento y evaluación de las diferentes áreas científicas, que tenga en cuenta las características propias de las diversas disciplinas, también la idoneidad de la obtención de nuevos indicadores basados no tanto en la producción de autores estudiados unitariamente como su capacidad de mediación con otros actores, es decir, de articulación del sistema de investigación.

Otro caso es el de Pérez Beltrán, Valerio Ureña y Rodríguez-Aceves (2015), quienes afirman que los grupos de investigación de instituciones educativas, al ser organismos formales de trabajo, desarrollan formas de colaboración que pueden ser estudiadas bajo la óptica del ARS. Con la finalidad de revelar cómo las características de la red influyen en la eficacia y la consecución de las tareas de estos grupos de investigación, se presenta una investigación que buscó las posibles relaciones entre la producción intelectual de los grupos de investigación y las distintas métricas del ARS. En total se analizaron 548 publicaciones en las que participaron 420 profesores. Los resultados de la investigación muestran la existencia de una relación estadísticamente significativa y positiva entre la producción intelectual y las métricas de grado Y mediación. Se encontró una relación significativa y positiva entre la producción intelectual de los grupos de investigación y la métrica de diámetro.

Finalmente, Ramos-Vidal (2015), realizó una investigación cuyo objetivo fue presentar las aplicaciones del ARS en el estudio de coaliciones comunitarias y redes inter-organizativas. Después de aplicar esta metodología, se identifica que estas fortalecieron las estrategias de desarrollo comunitario, mejorando el conocimiento de esta estructura, incrementando la capacidad de pensamiento crítico de los agentes implicados y optimizando la comprensión de los resultados de los programas desarrollados. El ARS también muestra los factores que dificultan el éxito de las coaliciones, así como la visualización y la detección de puntos de corte muestran los lugares donde se interrumpe la conexión entre subgrupos. Esta información facilita el diseño de intervenciones estructurales. La utilización de ARS es compatible con otras metodologías, con técnicas de investigación cualitativas como el grupo de discusión, la entrevista con informantes clave y el feedback visual enriquecen la interpretación de datos relacionales. Concluye diciendo

que los métodos mixtos mejoran el conocimiento de los procesos que modulan la estructura de redes inter-organizativas y coaliciones.

2.5 Relación de la investigación ARS con la Bibliometría

Los Estudios Métricos de la Información, específicamente la Bibliometría han sido los métodos por excelencia para evaluar de la actividad científica, sobre todo en la evaluación de revistas académicas. Ha sido fundamental en la toma de decisiones de los equipos editoriales, ya que sus resultados muestran la evolución cuantitativa en el tiempo y permiten una visualización objetiva de la realidad de las publicaciones académicas.

En los últimos años, la aplicación de los métodos bibliométricos y los de análisis de redes sociales han ido en aumento, ya que esta complementariedad ofrece mayores datos e información a los tomadores de decisiones para mejorar sus procesos editoriales. Otro aspecto importante es que ofrece resultados cualitativos a partir del ARS, lo que amplía la visión de los investigadores para inferir posibles soluciones o dar respuesta a una situación encontrada. Para ampliar esta aseveración, Julia Osca-Lluch comenta que

Los estudios bibliométricos han ido ganando popularidad debido a su complementariedad con la economía, el análisis estructural de redes sociales, etc., y se fundamentan en una serie de premisas y limitaciones que se basan en la noción de que la esencia de la investigación científica es la comunicación de nuevas contribuciones al corpus de conocimiento de la literatura científica (2010, p. 124)

Un ejemplo puntual en la evaluación de la ciencia utilizando ambos métodos de evaluación, es que la cantidad de producción académica de las personas no se relaciona con el nivel de mediación que obtuvieron. Lo anterior debido a que los cálculos bibliométricos y los de ARS son diferentes, ambos utilizan algoritmos específicos, por tanto, los resultados no son vinculantes, más bien son complementarios. Todo esto enriquece las investigaciones, ofreciéndole a la comunidad científica una gama más amplia de posibilidades de acción.

3. Conclusiones

La experiencia de trabajar con ambas metodologías abre las posibilidades de ofrecer más información para la toma de decisiones a los cuerpos editoriales, como es en este caso, también a autoridades de instituciones que generan investigación y requieren de un método más amplio para la obtención de resultados.

Es una acción positiva realizar evaluaciones bibliométricas utilizando como complemento la metodología de análisis de redes para obtener resultados con una visión más amplia, articulando datos cuantitativos y cualitativos para ofrecer mejores beneficios a las diferentes facetas de la actividad científica y académica.

Se recomienda el uso de ambas metodologías en la gestión editorial de revistas académicas, en la producción académica de las universidades e instituciones de educación superior, y/o en instituciones que generan investigación.

4. Sección ética

Se informa que este documento no tiene conflicto de intereses con ninguna persona, ni con ninguna institución.

5. Referencias

Acevedo, Cesar; Zabala, Sergio, Rojas; Julio y Guayán, Oscar. (2020). Análisis de redes sociales como estrategia para estudiar los sistemas de innovación. Revisión sistemática de la literatura. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 13(2). Doi <https://doi.org/10.15332/s1657-107X>

Alvarado, Sara Victoria. (1993). La construcción de categorías teóricas a partir de los datos empíricos, como base del acercamiento metodológico en la investigación cualitativa. En E. Lopera et al., *Investigación cualitativa. Confrontación y prospectiva* (pp. 271-278). Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). (2019). *Redes de colaboración*. <http://www.anui.es.mx/anui/es/redes-de-colaboracion>

Brand, Edinson y Gómez, Henry. (2009). ARS como metodología de investigación social. *La Sociología en sus escenarios*, (13). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/1374>

Correa, César. (2017). *Itinerarios categoriales en el desarrollo de marcos teóricos y epistémicos: Percepciones sobre la investigación en Ciencias Sociales*. Guadalajara, Jalisco: Octaedro, Universidad de Guadalajara.

Gómez-Crisóstomo, Rocío; Caldera-Serrano, Jorge y Romo-Fernández, Luz María. (2018). La coautoría en Ciencias Sociales como estrategia para la mejora de la visibilidad de los trabajos científicos: aumento en el número de citas (2005-2014). *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 29, 28-41. Doi: <http://dx.doi.org/10.5209/CDMU.59517>

González Alcaide, Gregorio y Gómez Ferri, Javier. (2014). La colaboración científica: principales líneas de investigación y retos de futuro. *Revista Española de Documentación Científica*, 37(4), e062. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2014.4.1186>

- González de Dios, Javier., Moya, Manuel A. y Mateos Hernández, M.A. (1997). Indicadores bibliométricos: Características y limitaciones en el análisis de la actividad científica. *An Esp Pediatría*, 47(3). <https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/47-3-3.pdf>
- Ibáñez-Cubillas, Pilar. (2016). Aproximación al Análisis de Redes Sociales (ARS) en Comunidades Virtuales. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 7(2), 51-63.
- Kuz, Antonieta; Falco, Mariana y Giandini, Roxana. (2016). Análisis de redes sociales: un caso práctico. *Computación y Sistemas*, 20(1). Doi <http://dx.doi.org/10.13053/cys-20-1-2321>
- López Avellaneda, Daniel. (2021). *Matemáticas IES*. <https://matematicasies.com/Matriz-de-adyacencia-de-un-grafo>
- López Ferrer, Mayte. (2010). Comparación en las estructuras de colaboración y pautas de citación entre áreas científicas a través del ARS. *REDES – Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 19(3). <https://revistes.uab.cat/redes/article/view/399>
- López, José y Osuna, María del Rosario. (2011). *Manual de ciencias de la información y documentación*. Madrid: Pirámide.
- Maz-Machado, Alexander; Tzima, Syrmoula; Gutiérrez-Rubio, David y Rodríguez-Faneca, Cristina. (2022). Análisis bibliométrico de las revistas latinoamericanas de Business, Management and Accounting en SCOPUS. *e-Ciencias de la Información*, 12(2). Doi <http://dx.doi.org/10.15517/eci.v12i2.48613>
- McCarty, Christopher. (2010). La estructura en las redes personales. *REDES revista hispana para el análisis de redes sociales*, 19(11). http://revista-redes.rediris.es/html-vol19/vol19_11.htm
- Miguel, Sandra; Caprile, Lorena y Jorquera-Vidal, Israel. (2008). Análisis de co-términos y de redes sociales para la generación de mapas temáticos. *El Profesional de la Información*, 17(6), 637-646. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.6387/pr.6387.pdf
- Molina, José Luis. (2005). El estudio de las redes personales: contribuciones, métodos y perspectivas. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Social*, (10), 71-105. <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/viewFile/1044/960>
- Molina, José Luis. (2008). Patrones de cambio de las redes personales de inmigrantes en Cataluña. *REDES Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 15(4). <https://www.readcube.com/articles/10.5565%2Frev%2Fredes.131>
- Mora Valverde, María Marjorie. (2019). *Estudios Métricos. Teoría y aplicaciones de los indicadores bibliométricos y de las principales leyes en la metría de la información*. Heredia, Costa Rica: EUNA.
- Mote, Jonathon E. (2005). R&D ecology: using 2-mode network análisis to explore complexity in R&D environments. *Journal Engineering and Technology Management*, 22(1-2), 93-111. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2004.11.004>

- Pérez Beltrán, José Eduardo; Valerio Ureña, Gabriel y Rodríguez Aceves, Lucía. (2015). Análisis de redes sociales para el estudio de la producción intelectual en grupos de investigación. *Perfiles educativos*, 37(150). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982015000400008
- Perianes Rodríguez, Antonio. (2009). *Análisis y visualización de redes de colaboración científica* (Tesis Doctoral). Universidad Carlos III de Madrid, España. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/11428/antonio_perianes_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Osca-Lluch, Julia. (2010). Aplicación del análisis de redes al estudio de la investigación española de historia de la ciencia. *REDES*, 19(6). <file:///C:/Users/rebeca.vargas/Downloads/217082-Texto%20del%20art%C3%ADculo-293602-1-10-20110107.pdf>
- Polanco, Xavier. (2006). *Análisis de redes: introducción*. https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/218397/filename/XP_Analisis_de_redes_2006.pdf
- Ramos-Vidal, Ignacio. (2015). Análisis de redes sociales: una herramienta efectiva para evaluar coaliciones comunitarias. *Rev. Salud Pública*, 17(3), 323-336. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/download/43051/62035>
- Rico Martínez, José María. (s.f.). *Álgebra Lineal XXVIII: Eigenvalores y Eigenvectores*. <https://docplayer.es/97157092-Algebra-lineal-xxviii-eigenvalores-y-eigenvectores.html>
- Rivas Tovas, Luis Arturo. (2015). *¿Cómo hacer una tesis?* México: Instituto Politécnico Nacional. https://www.researchgate.net/publication/286288002_Capitulo_6_La_definicion_de_variables_o_categorias_de_analisis
- Rodríguez Treviño, Julio César. (2013). Cómo utilizar el Análisis de Redes Sociales para temas de historia. *Signos Históricos*, (29), 102-141. <https://www.redalyc.org/pdf/344/34428269004.pdf>
- Rubio Liniers, María Cruz. (1999). Bibliometría y Ciencias Sociales. *Revista AIBDA*, 20(2), 138-155.
- Rusell, Jane; Madera, Ma. Jesús y Ainsworth, Shirley. (2009). El análisis de redes en el estudio de la colaboración científica. *REDES – Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 17(2). https://ddd.uab.cat/pub/redes/15790185v17/vol17_2.htm#_ftn1
- Sanz Menéndez, Luis. (2003). Análisis de Redes Sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencias y Tecnología*, (7), 21-29. https://www.researchgate.net/publication/260184831_Analisis_de_redes_sociales_O_como_representar_las_estructuras_sociales_subyacentes
- Spinak, Ernesto. (1996). *Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Informetría*. Caracas, Venezuela: UNESCO.

Tague-Sutcliffe. (1994). Introducción a la informetría. *ACIMED*, 2(3).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94351994000300005

Torres Valencia, Diego Hernando. (s.f.). *Tópicos especiales: Ciencias de los datos aplicadas a las redes sociales*. <https://es.slideshare.net/diegotorres/1-big-data-y-redes-sociales-semana-10-erdos-renyi-albert-barabsi-ultimo-actualizado>

Varela Carrasco, Oscar. (2016). Investigación y publicación. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 57(1). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762016000100001

Wellman, Barry. (2000). El análisis estructural: del método y la metáfora a la teoría y la sustancia. *Política y Sociedad*, 33, 11-40.
<https://revistas.ucm.es/index.php/POSO/article/view/POSO0000130011A/24590>

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores declaran que una vez que un manuscrito es postado en el servidor SciELO Preprints, sólo puede ser retirado mediante solicitud a la Secretaría Editorial deSciELO Preprints, que publicará un aviso de retracción en su lugar.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.