



# Aporte de la teoría de grafos a la comprensión de las dinámicas sociales

## Contribution of graph theory to the understanding of social dynamics

Alfredo Javier Pérez Gamboa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Educación, Naturaleza, Cultura e Innovación para la Amazonia, Colombia.  
Email: frejavier92@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-4555-7518

### RESUMEN

Este artículo de revisión panorámica examina cómo la teoría de grafos ha contribuido significativamente a la comprensión de las dinámicas sociales, mediante la discusión de la aplicabilidad de misma al análisis de redes sociales. Se llevó a cabo un estudio predominantemente cualitativo, con un diseño de *scoping review* dirigido a la comprensión de cómo este conjunto de herramientas facilita el estudio de las interacciones humanas y la estructura de los grupos sociales. Los principales resultados destacaron conceptos clave como la centralidad, los clústeres, la conectividad y la resiliencia de las redes, así como sus aplicaciones al análisis de fenómenos sociales como la difusión de información, la formación de opiniones, la propagación de enfermedades y la cohesión social. Además, se examinaron los desafíos metodológicos y las limitaciones de la teoría de grafos, con el propósito de proponer direcciones futuras para la investigación interdisciplinaria que profundicen en la interacción entre las matemáticas y las ciencias sociales, especialmente la Psicología Social aplicada al comportamiento colectivo y el análisis de redes sociales.

**Palabras Clave:** análisis de redes; centralidad; cohesión social; difusión de información; dinámicas sociales; interacción humana; redes sociales; teoría de grafos.

### ABSTRACT

*This review article examines how graph theory has contributed significantly to understanding social dynamics by discussing its applicability to social network analysis. A predominantly qualitative study was carried out, with a scoping review design aimed at understanding how this set of tools facilitates studying human interactions and the structure of social groups. The main results highlighted key concepts such as centrality, clusters, connectivity, and network resilience, as well as their applications to analyzing social phenomena such as information diffusion, opinion formation, disease spread, and social cohesion. In addition, the methodological challenges and limitations of graph theory were examined, to propose future directions for interdisciplinary research that delve into the interaction between mathematics and social sciences, especially Social Psychology applied to collective behavior and the social network analysis.*

**Keywords:** network analysis; centrality; social cohesion; information diffusion; social dynamics; human interaction; social networks; graph theory.

**Cómo citar:** Gamboa, A. J. P. (2023). Contribution of graph theory to the understanding of social dynamics. AWARI; 4, 1-15. DOI: 10.47909/awari.51

**Recibido:** 13-04-2023 / **Aceptado:** 12-08-2023 / **Publicado:** 18-08-2023

**Editor:** Adilson Luiz Pinto

**Copyright:** © 2023 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC 4.0 license which permits copying and redistributing the material in any medium or format, adapting, transforming, and building upon the material as long as the license terms are followed.

## INTRODUCCIÓN

LA TEORÍA de grafos, una rama de las matemáticas aplicadas que estudia las relaciones entre objetos, se ha consolidado como una herramienta fundamental en el análisis y comprensión de complejos sistemas interconectados (Anugerah *et al.*, 2022; Copping *et al.*, 2022; Yu *et al.*, 2021; Zheng *et al.*, 2021). Desde su concepción, se ha encontrado su aplicabilidad en una diversidad de campos, tales como la informática, la biología, y la ingeniería de redes (Blanco-Gonzalez-Tejero & Cano-Marin, 2023; Camacho *et al.*, 2020; Han *et al.*, 2020; Han *et al.*, 2020; Kurt & Kurt, 2020; Varghese & Thampi, 2021; Wang *et al.*, 2020).

Sin embargo, uno de sus campos de aplicación más fascinantes y fructíferos es el de las ciencias sociales, donde ha contribuido significativamente a desentrañar las complejas dinámicas que caracterizan las interacciones humanas, especialmente en la cuantificación y representación gráfica de redes con set mínimo de medidas (Acevedo Duque *et al.*, 2023). En atención a tales argumentos, este artículo tiene como propósito central explorar las principales líneas de dicha contribución mediante examen de cómo la teoría de grafos ha permitido una mejor comprensión de las dinámicas sociales, desde la formación de grupos y comunidades hasta la difusión de información y la propagación de enfermedades dentro de diversos contextos sociales (Ripoll Rivaldo, 2023).

La aplicación de la teoría de grafos al estudio de las dinámicas sociales se fundamenta en la representación de individuos como nodos y sus relaciones como aristas (*edges*), construyendo así modelos abstractos, pero poderosamente descriptivos del comportamiento de los sistemas sociales. A través de esta representación, es posible analizar patrones de conectividad, identificar comunidades o grupos con intereses o características comunes, y prever la evolución de dichas estructuras sociales bajo diversas circunstancias (Daud *et al.*, 2020; Jiang *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2021; Molinero & Riquelme, 2021; Yang *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020).

Más allá de su valor descriptivo, la teoría de grafos ofrece un marco cuantitativo para evaluar la influencia de individuos dentro de redes sociales, la eficiencia de la comunicación entre grupos, y la robustez de las redes ante la eliminación

o falla de sus componentes (Hewa Welege *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2022; Samanta *et al.*, 2021; Singh *et al.*, 2022). Incluso, su combinación con otras teorías ha potenciado su consolidación en otras áreas como la física, la biología o la medicina, las cuales, a su vez, han contribuido al desarrollo ulterior de la misma y su aplicación al análisis de las redes sociales, otro conjunto de ideas y presupuestos teóricos estrechamente relacionado con la teoría de grafos.

Al respecto, el impacto de la teoría de grafos en la comprensión de las dinámicas sociales se ha intensificado con el avance de la tecnología y la proliferación de las redes sociales digitales (Campos Sánchez *et al.*, 2022; Gonzales Tito *et al.*, 2023; Gómez Cano *et al.*, 2023). Estas plataformas, que conectan a millones de usuarios en redes de complejidad sin precedentes (Gavilan *et al.*, 2023; López-Belmonte *et al.*, 2023; Prakash *et al.*, 2023; Rincon Soto & Sanchez Leon, 2022), ofrecen un campo fértil para la aplicación de modelos basados en grafos, permitiendo estudios sobre la difusión de información, la formación de opiniones, y la dinámica de grupos a una escala y con una precisión antes inimaginables.

Asimismo, la teoría de grafos ha encontrado aplicaciones críticas en el estudio de redes de colaboración científica, patrones de comercio global, y redes de contacto que facilitan la propagación de enfermedades, demostrando su versatilidad y capacidad para aportar insights valiosos en una amplia gama de contextos sociales (Araque Geney, 2023; Brusco *et al.*, 2021; Gao, 2020; Ledesma & Malave González, 2022; Luo *et al.*, 2021; Molan & Molan, 2021). Las posibilidades que brindan no solo son diagnósticas, sino que favorecen la generación de modelos predictivos, el mejor examen de hechos a partir del desglose en componentes y relaciones.

Un aspecto esencial es que en dichos modelos se integran datos “psicológicos”, sociales, matemáticos u otros que son definidos por su propia ontología y el campo disciplinar desde donde son estudiados. Esto hace que, incluso desde otros cuerpos teóricos no relacionados o contextos con un bajo índice de similitud, los resultados obtenidos ofrezcan un importante referente a considerar, si bien el valor predictivo podría ser despreciable, la posibilidad del examen profundo del comportamiento de variables constituye aún un aporte fundamental.

Por tanto, este artículo se propone analizar el espectro de contribuciones de la teoría de grafos a la comprensión de las dinámicas sociales, destacar su relevancia en el análisis de redes sociales, la modelización de procesos de difusión y contagio, así como el estudio de la cohesión y estructura social. A través de una revisión de referentes relevantes en la literatura, estudios de caso y aplicaciones prácticas, se busca reunir evidencias sobre cómo esta disciplina matemática se ha convertido en un pilar esencial para los científicos sociales, políticos y economistas que buscan entender la complejidad de las interacciones humanas en el siglo XXI.

En última instancia, este trabajo subraya la importancia de la teoría de grafos no solo como una herramienta analítica, sino como un lenguaje común que facilita la intersección entre las matemáticas aplicadas y las ciencias sociales. En consecuencia, se persigue la apertura de nuevas líneas para la investigación interdisciplinaria y la comprensión de un mundo cada vez más interconectado y complejo.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó mediante adoptar una metodología de revisión documental comprensiva (*scoping review*), diseñada para recopilar, analizar e interpretar de manera exhaustiva la literatura relevante sobre los aportes de la teoría de grafos a la comprensión de las dinámicas sociales, los principales desafíos de su aplicación y líneas promisorias para su desarrollo (Khalil *et al.*, 2023; Kyrimi *et al.*, 2021; Linares Giraldo *et al.*, 2023; Vieira *et al.*, 2023; Zimmern, 2020). Este enfoque metodológico se estructuró en varias fases subsecuentes, detalladas a continuación, así como en el estudio exhaustivo de antecedentes investigativos claves (Kosvyra *et al.*, 2021; Priego Morales, 2024). La principal ventaja de este tipo de estudios es que permite un mejor acercamiento a aspectos primordiales de las categorías en estudios y, más que presentar análisis cuantitativos, ofrece importantes avances en cuanto a contenidos.

1. Definición de criterios de inclusión y exclusión

Se establecieron criterios precisos para la selección de documentos, con el fin de asegurar la

relevancia y calidad de la evidencia recopilada. Los criterios de inclusión se centraron en la identificación adecuada de los artículos más relevantes de los últimos cinco años (2018-2023), en idioma inglés, publicados por editoriales de prestigio (Elsevier, Taylor & Francis, Emerald), que ofrecieran datos empíricos o analíticos resultantes de la revisión de la literatura. En cambio, los criterios de exclusión permitieron eliminar estudios no relevantes, enfocados a categorías auxiliares o que no desarrollase la teoría de grafos, duplicados, entre otros (Bacsu *et al.*, 2021; Hung *et al.*, 2020; Ortiz-Leon *et al.*, 2023; Sonke *et al.*, 2021).

2. Estrategia de búsqueda

Se definieron estrategias de búsqueda exhaustivas las bases de datos académicas y científicas ya mencionadas (ver tabla 1). Además, se incluyó la revisión del impacto de la revista en el ScimagoJR, de manera que se priorizaran las revistas clasificadas Q1 y Q2. Las palabras clave y combinaciones de estas fueron adaptadas según las especificidades de cada base de datos. La búsqueda se limitó a documentos publicados entre 2018 y 2019, para capturar las tendencias y desarrollos más recientes en el campo.

| Keywords                  | Publisher                           |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Graph Theory              |                                     |
| Social dynamics           |                                     |
| Social networks           | Elsevier, Taylor & Francis, Emerald |
| Network analysis          |                                     |
| Centrality                |                                     |
| Social cohesion           |                                     |
| Information dissemination |                                     |
| Human interaction         |                                     |

Tabla 1. Estrategia de búsqueda. Fuente: elaboración propia.

3. Selección de estudios

La selección de estudios se realizó en dos etapas. Primero, mediante la revisión de los títulos y resúmenes de los documentos encontrados para verificar su pertinencia preliminar basada en los criterios de inclusión. Segundo, se realizó una lectura exhaustiva y orientada a preguntas y objetivos, por lo que los textos seleccionados fueron determinados a partir de su

relevancia, su ajuste a las necesidades investigativas, así como la abundancia y calidad de datos en los corpus.

En aras de garantizar el rigor metodológico al interno de los textos y en la selección misma, se construyó un sistema evaluativo según puntaje (1 mínimo y 3 máximo). Además de valorar la suma, se contrastó el resultado con la valoración cualitativa y la posible respuesta a las interrogantes, procedimiento común en este tipo de diseños. Finalmente, se realizaron dos representaciones de nubes de palabras para un mejor examen de indicadores como relevancia, posibles códigos, frecuencias y relaciones entre palabras.

#### 4. Extracción de datos y análisis de calidad

Se extrajo la información relevante de cada estudio incluido, utilizando una plantilla de extracción de datos estandarizada que captura contextos y objetivos, metodologías aplicadas, resultados más relevantes y conclusiones. Además, se exploró de manera adicional la mención y análisis de las limitaciones y sesgos potenciales en las fuentes. Por último, se examinaron las líneas propuestas para el desarrollo futuro del campo, las posibles imbricaciones disciplinares y los posibles aportes desde o para la psicología social.

#### 5. Síntesis de la información

Los datos extraídos fueron sintetizados desde un enfoque mixto predominantemente cualitativo, sin eliminar los cuantitativos, sino que estos fueron cuidadosamente separados y consultados con un experto en esta epistemología. Esta síntesis buscó identificar las principales tendencias, falencias, omisiones intra-texto, las discrepancias entre los estudios y los principales temas abordados en los corpus.

La codificación se basó en el análisis de los textos seleccionados, con un tamaño de código grande, la exploración de co-ocurrencias y concomitancias, la elaboración de redes de significados y sus relaciones, así como el diseño semántico de estas. Este último procedimiento, el diseño semántico, permitió contrastar las relaciones percibidas en el diseño manual, explorar las tendencias de centralidad y las relaciones emergentes, lo que favorece una imagen más nítida del fenómeno en estudio.

#### 6. Actualización de la búsqueda

Para garantizar la relevancia y actualidad de la revisión, la búsqueda de literatura se actualizó mediante la identificación de artículos relevantes publicados entre 2023-2024 antes de finalizar el manuscrito. Además, se comprobaron artículos sin número/volumen asignados, posibles retractaciones y adelantos investigativos.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal y como se describió en la metodología, tras eliminación de duplicados y artículos no relevantes, se seleccionaron un total de 22 artículos. Estos fueron incorporados en una misma base de datos organizada y gestionada en el software ATLAS.ti, de manera que procedió a la codificación según los parámetros e indicadores establecidos, lo cual favoreció la creación de un libro maestro de códigos.

Debido al tamaño grande de códigos, fue preciso un segundo análisis para la eliminación de co-ocurrencias y el estudio de la concomitancia, la eliminación vocablos auxiliares (conjunciones y preposiciones), así como la depuración de otros no relevantes. Ello permitió la elaboración de una nube de palabras que favoreció una representación clara de la primera aproximación al corpus de los textos y que condujo posteriormente el procesamiento de los datos (ver figura 1).

A partir de esa guía se produjo el análisis temático y el examen de los diseños manual y semántico para cada tema/categoría. Sin embargo, es preciso señalar que este estudio, condicionado por su propio alcance exploratorio, necesita ser profundizado y discutido en comparación con los resultados principales empíricos y proyecciones teóricas dentro del campo. El logro de este propósito está supeditado no solo al diálogo disciplinar, sino a la integración epistemológica necesaria para dar sentido a las intersecciones teóricas y prácticas que se producen.

A continuación, se presentan los principales resultados según los temas principales, sus categorías y códigos ya depurados. Además, se pueden consultar las redes representadas, tanto en su diseño manual como semántico. Finalmente, se ofrecen valoraciones críticas sobre los desafíos metodológicos y limitaciones de la teoría de grafos.



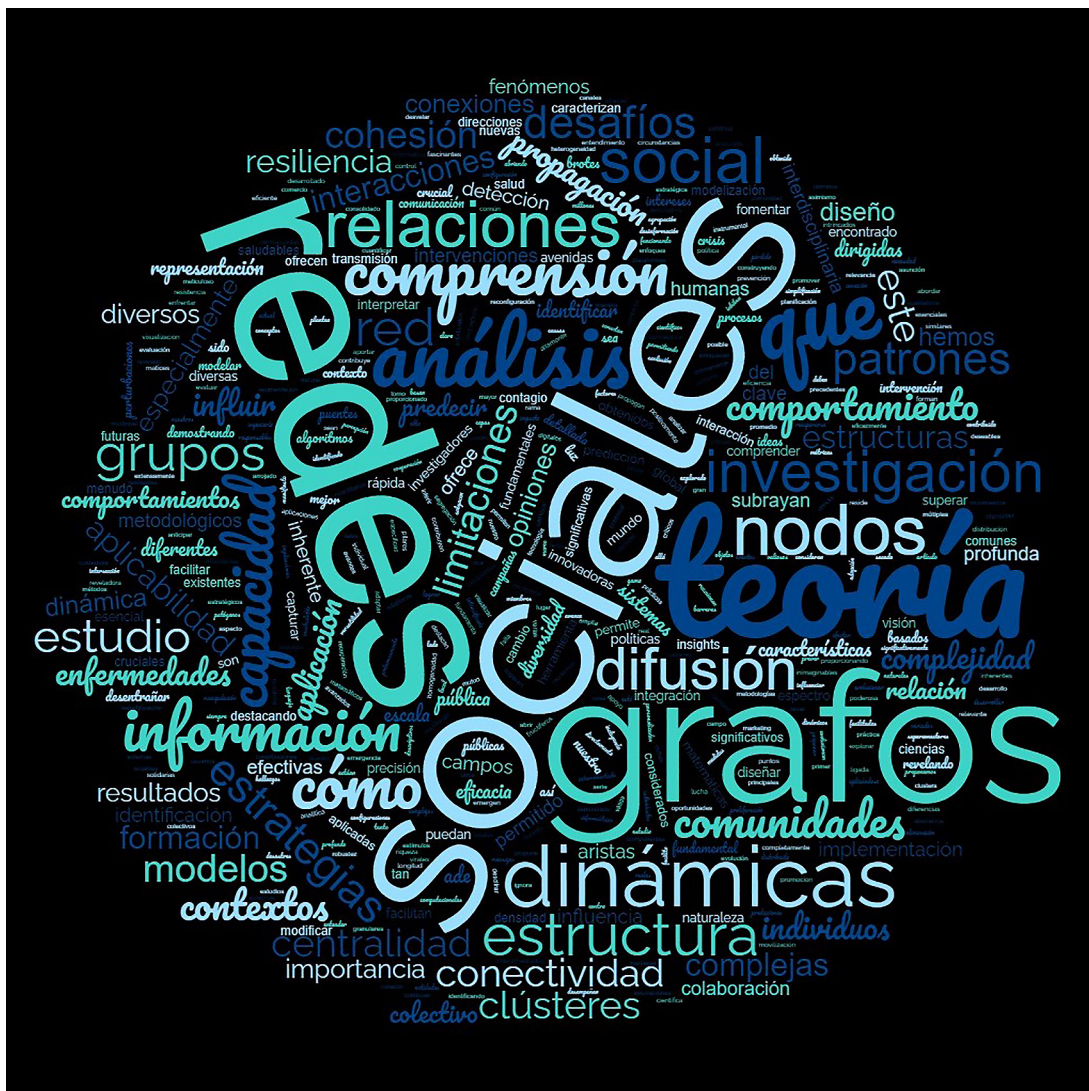


Figura 1. Nube de palabras tras la elaboración inicial del libro de códigos.

### Categoría 1: Aplicabilidad de la teoría de grafos en el análisis de redes sociales

Los resultados obtenidos subrayan de manera contundente la aplicabilidad y el valor de la teoría de grafos en el análisis de redes sociales, destacan su potencial para desentrañar la complejidad inherente a las interacciones humanas, así como para el estudio la estructura de los grupos sociales en periodos de tiempo variables (Khalil Ibraheem, 2022). Los datos indican que, mediante la implementación de modelos basados en grafos, se puede visualizar y cuantificar las pautas de conexión y agrupación entre individuos, revelando no solo cómo se forman las comunidades dentro de estas redes, sino

también cómo estas estructuras evolucionan y reaccionan ante diversos estímulos o cambios en el entorno (ver figura 2).

Uno de los hallazgos más significativos de la investigación realizada reside en la capacidad de la teoría de grafos para identificar nodos de influencia clave dentro de las redes sociales. Estos nodos, a menudo considerados como “superconectores”, desempeñan roles cruciales en la difusión de información y en la dinámica de contagio social, ya sea en la propagación de ideas innovadoras, en campañas de sensibilización, o en la transmisión de comportamientos dentro de la red (Hernández Tique *et al.*, 2022; Lepez & Simeoni, 2023; Guatemala Mariano & Martínez Prats, 2023).

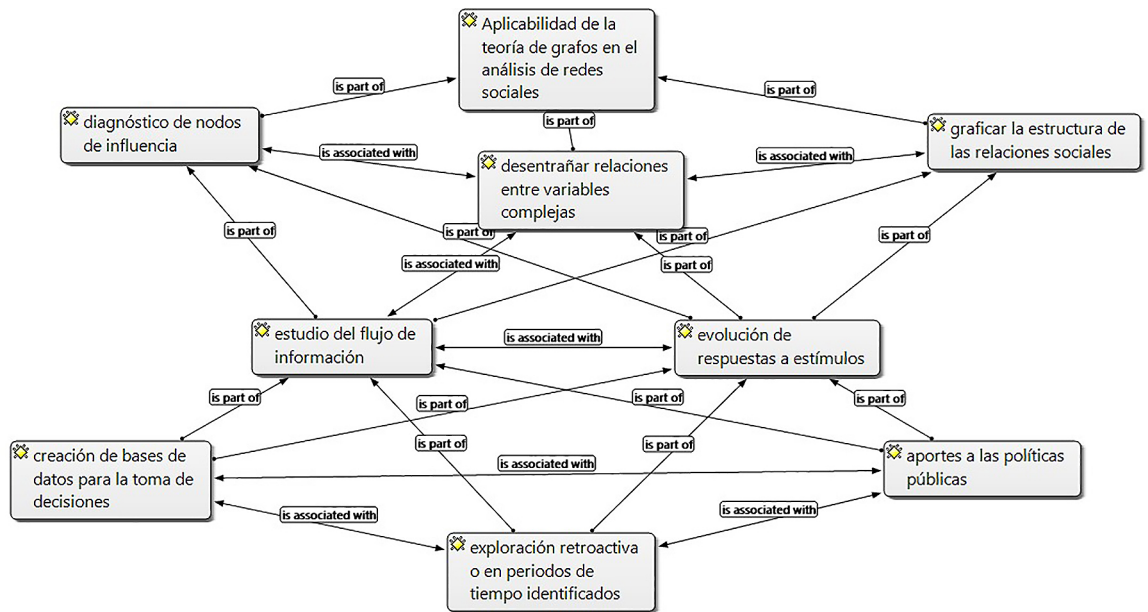


Figura 2. Diseño manual de la categoría 1.

La detección y análisis de estos nodos críticos mediante algoritmos de centralidad y detección de comunidades permite proponer estrategias más efectivas para la intervención social y la implementación de políticas públicas dirigidas (Mora Pontiluis *et al.*, 2023). Sin embargo, los textos consultados destacan la necesidad de ajuste temporal, especialmente en contextos de caducidad acelerada de tendencias, propensión a la innovación o confluencia sociodemográfica diversa (Alomia-Padilla *et al.*, 2023; Ibrahim *et al.*, 2023).

Además, la aplicación de la teoría de grafos favoreció en los estudios seleccionados la revelación de patrones intrincados de interacción que caracterizan la estructura de los grupos sociales, pero que no son susceptibles de estudiar de manera cualitativa por el tamaño muestral, la extensión en el tiempo o la complejidad empírica/observacional de las variables. A través de la evaluación de la densidad de las redes, la longitud promedio de los caminos y la cohesión de grupos, se puede comprender mejor la resistencia de las redes sociales a perturbaciones externas, así como su capacidad para fomentar la cooperación y el apoyo mutuo entre sus miembros (Bernardini & Robledo, 2023).

Estos insights son fundamentales para el diseño de comunidades más resilientes y solidarias, especialmente en contextos de crisis o

cambio social (Álvarez Contreras *et al.*, 2023; Mogrovejo Andrade, 2022). El análisis de los datos, aunque frecuentemente orientados a fenómenos puntuales (suicidio, obesidad, satisfacción, por ejemplo), sugiere que la teoría de grafos puede aportar las bases necesarias para generar soportes técnicos, establecer normas, crear plataformas de ayuda o interconectar esfuerzos focalizados.

Por otro lado, la investigación puso de manifiesto la diversidad de las estructuras de red existentes en diferentes contextos sociales, desde redes altamente centralizadas hasta aquellas de naturaleza más distribuida. Este espectro de configuraciones ofrece una rica comprensión de cómo las diferencias en la estructura de la red pueden influir en la eficacia de la comunicación y la difusión de información. Esto resalta la importancia de adaptar las estrategias de intervención social a las características específicas de cada red, especialmente lo referido a la evolución de la respuesta antes estímulos específicos (ver figura 3).

## Categoría 2: Centralidad, clústeres, conectividad y resiliencia de las redes

Varios de los ejes articuladores de la investigación estuvieron marcados por los conceptos de centralidad, clústeres, conectividad y resiliencia. Estos emergen como pilares fundamentales

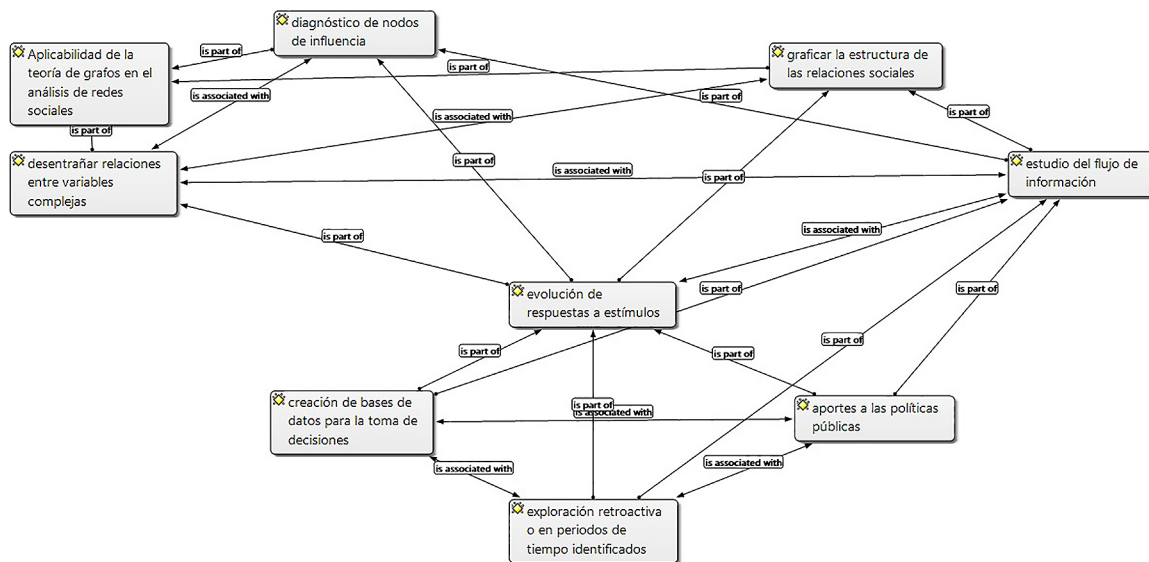


Figura 3. Diseño semántico de la categoría 1.

para comprender la estructura y dinámica de las redes sociales, a la vez que se aplican directamente al análisis de fenómenos tan diversos como la difusión de información, la formación de opiniones, la propagación de enfermedades y la cohesión social (Torres Barreto, 2023).

Los resultados obtenidos ofrecen una visión reveladora de cómo estas métricas de la teoría

de grafos permiten interpretar y predecir el comportamiento de los sistemas sociales en diferentes contextos. En comparación con la categoría anterior, se reveló en el análisis manual una red de códigos más intrincada, así como la necesidad de profundizar en la naturaleza de las relaciones, especialmente las de contradicción (ver figura 4).

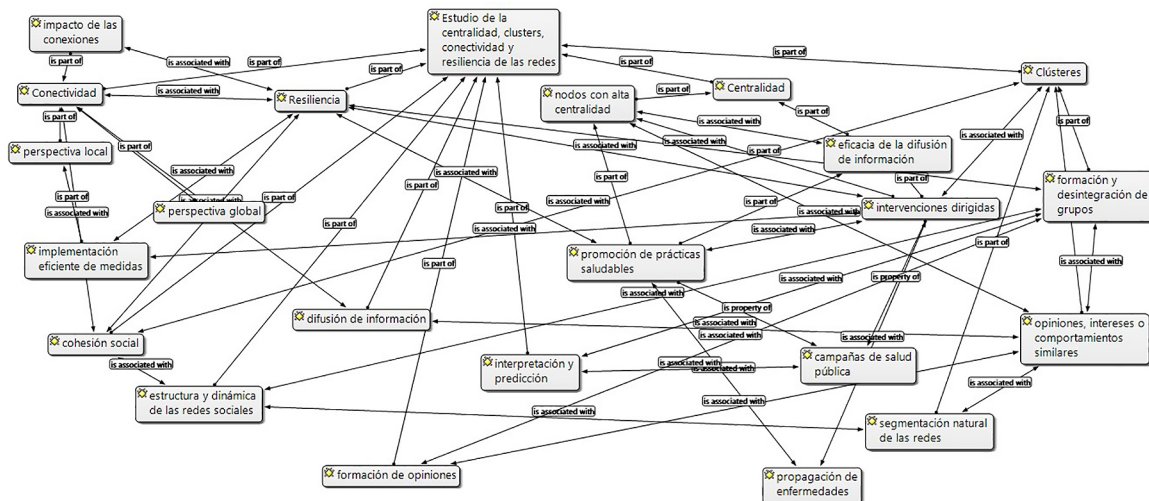


Figura 4. Diseño manual de la categoría 2.

A continuación, se desglosan brevemente estos ejes.

**Centralidad:** Los análisis ejecutados destacan la importancia de los nodos con alta centralidad en la eficacia de la difusión de información

y la formación de opiniones. Estos nodos, actúan como puentes esenciales en la transmisión de mensajes y pueden ser puntos estratégicos para intervenciones dirigidas a modificar o influenciar las dinámicas sociales.



La identificación de estos nodos clave ha demostrado ser crucial en campañas de salud pública, especialmente en la lucha contra la desinformación y en la promoción de prácticas saludables durante brotes de enfermedades. El análisis de casos puntuales reveló el aporte de la teoría de grafos, su integración al análisis de redes sociales y el estudio de intenciones declaradas, en campos como la vacunación durante la pandemia, la intención de votar, la preferencia de compras, entre otros.

**Clústeres:** La detección de clústeres o comunidades dentro de las redes sociales ha proporcionado un entendimiento profundo de la formación de grupos con opiniones, intereses o comportamientos similares. Esta segmentación natural de las redes permite a los investigadores y a los responsables de políticas públicas diseñar intervenciones más personalizadas y efectivas.

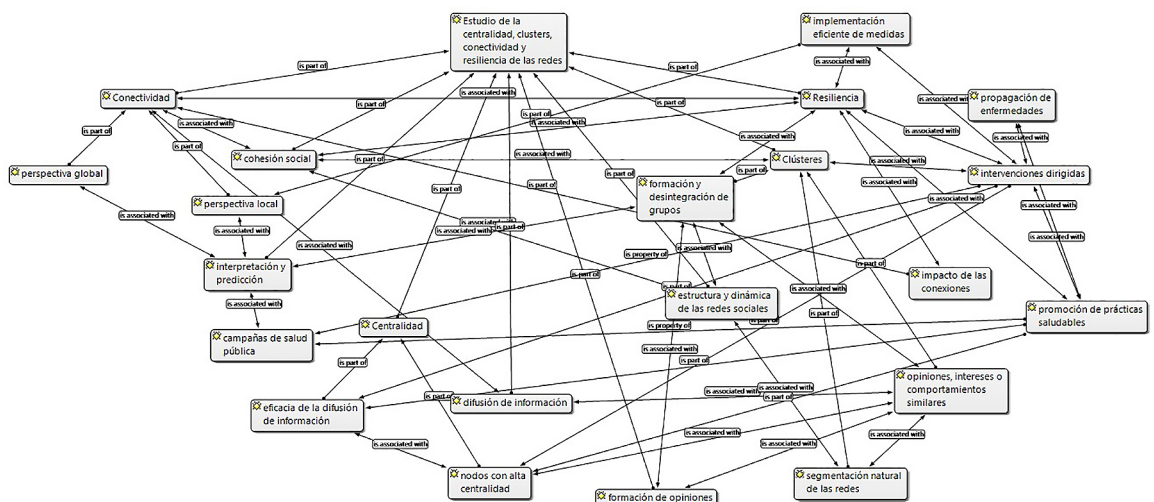
Además, el estudio de los clústeres ha sido fundamental para entender la cohesión social y las dinámicas de exclusión o integración en diferentes contextos sociales. Según el análisis de casos, estos pueden ser utilizados como herramientas para favorecer análisis sociodemográficos, el diseño de políticas o las intervenciones localizadas.

**Conectividad:** La conectividad de las redes se ha analizado tanto desde una perspectiva global como local, lo que revela cómo la densidad y la configuración de las conexiones afectan la resiliencia de la red y su capacidad para enfrentar perturbaciones. En el contexto de la

propagación de enfermedades, por ejemplo, una mayor conectividad puede facilitar la rápida difusión de patógenos. Sin embargo, también ofrece oportunidades para la implementación eficiente de medidas de control y prevención.

**Resiliencia:** Los resultados subrayan la capacidad de las redes sociales para adaptarse y recuperarse de shocks externos, ya sea mediante la reconfiguración de sus conexiones o a través de la fortaleza inherente de su estructura. La resiliencia de una red está íntimamente ligada a su estructura de clústeres y a la distribución de la centralidad entre sus nodos. Este aspecto es especialmente relevante en el análisis de crisis sociales o desastres naturales, donde la capacidad de la red para mantener la cohesión y continuar funcionando puede tener implicaciones significativas para la recuperación de la comunidad.

Como se pudo apreciar en el diseño semántico, aunque no hay tendencia central uniforme, destacan la formación y desintegración de grupos y la influencia de la estructura y dinámica de las redes sociales (ver figura 5). Además, el diseño semántico mostró la necesidad de futuros estudios con enfoque crítico e integrador, en tanto las fuentes consultadas preconizan el examen de una o dos variables, contextos específicos o la evolución de un determinado grupo desde la óptica de un fenómeno puntual, lo que no parece reflejar la complejidad observacional de estos fenómenos desde una perspectiva cualitativa, en contradicción con lo analizado en la categoría 1.



**Figura 5.** Diseño semántico de la categoría 2.

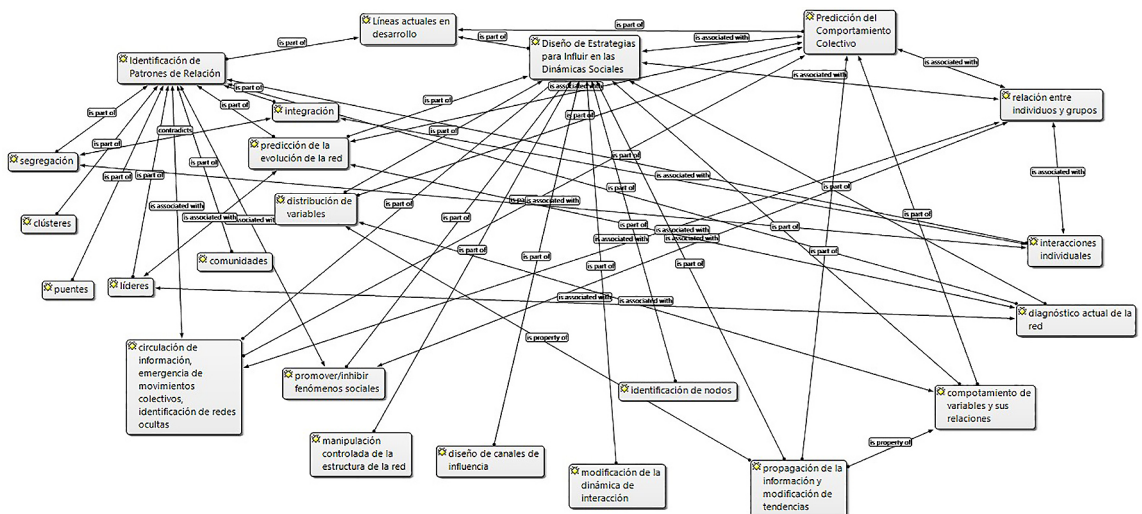




de estrategias para influir en las dinámicas sociales. Identificando nodos clave y canales de influencia, se han desarrollado intervenciones dirigidas que pueden modificar eficazmente la percepción pública, promover comportamientos saludables, y facilitar el cambio social en contextos vulnerables (Canova Barrios *et al.*, 2022; Rodríguez, 2022). Estas estrategias se basan en la manipulación cuidadosa de la estructura de la red y la dinámica de interacción para lograr resultados deseables, demostrando

la aplicabilidad práctica de la teoría de grafos en el mundo real.

La complejidad de esta línea futura quedó plasmada en el diseño semántico, al aparecer representada como una tendencia central, casi a la par del tema en relevancia, a pesar de haber sido identificada como una categoría (ver figura 7). Otros aspectos destacados por este diseño fueron la circulación de información, la emergencia de movimientos colectivos y la identificación de redes ocultas (Ron & Escalona, 2023).



**Figura 7.** Diseño semántico de la categoría 3.

## Desafíos metodológicos y limitaciones de la teoría de grafos

A lo largo de este estudio se exploró extensamente cómo la teoría de grafos contribuye a una comprensión más profunda de las dinámicas sociales. Sin embargo, esta investigación también arrojó una serie de desafíos metodológicos y limitaciones inherentes a la teoría de grafos, que deben ser considerados para enriquecer su aplicabilidad y eficacia en el análisis de fenómenos sociales. Estos desafíos subrayan la importancia de la continua colaboración interdisciplinaria para superar las barreras existentes y abrir nuevas avenidas de investigación, falencia muy clara en las fuentes consultadas.

**Desafíos Metodológicos:** Uno de los principales desafíos es la simplificación de las relaciones sociales complejas en modelos de grafos, que a menudo puede llevar a la pérdida de matices importantes en las interacciones humanas. La representación de las relaciones sociales

mediante nodos y aristas puede no capturar completamente la riqueza y la complejidad de las dinámicas sociales, especialmente cuando se consideran factores como la intensidad y el contexto de las relaciones.

Además, la gran escala de las redes sociales plantea desafíos computacionales significativos en términos de análisis y visualización. Si se toman en consideración aspectos geográficos, espacio-territoriales y culturales, la representación fría de estas redes puede no responder al sistema de causas que genera las dinámicas representadas.

**Limitaciones de la Teoría de Grafos:** A pesar de su poderosa capacidad para modelar relaciones entre entidades, la teoría de grafos tiene limitaciones en su capacidad para predecir el comportamiento individual dentro de redes complejas. Además, la asunción de homogeneidad en los nodos y aristas puede no ser siempre válida, ya que ignora la diversidad y heterogeneidad inherente a las redes sociales reales.

Estas limitaciones sugieren la necesidad de modelos más sofisticados que puedan incorporar múltiples capas de relaciones y características diversas. La contradicción epistemológica y cosmovisiva inherente permanece como el principal reto en cuanto a la adopción eficaz de la teoría de grafos en disciplinas de las ciencias sociales.

**Direcciones Futuras para la Investigación Interdisciplinaria:** Para superar estos desafíos y limitaciones, se proponen varias direcciones futuras para la investigación. En primer lugar, es esencial el desarrollo de métodos más granulares para la modelización de redes que puedan capturar la complejidad de las interacciones sociales, incluyendo modelos de grafos multinivel o dinámicos. Además, la integración de enfoques cualitativos en el análisis de redes puede ofrecer una comprensión más profunda de la naturaleza de las relaciones y los procesos sociales. También es crucial fomentar la colaboración entre matemáticos, científicos sociales, informáticos y otros investigadores para desarrollar metodologías innovadoras que sean capaces de abordar la escala y complejidad de las redes sociales modernas.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio confirman que la teoría de grafos es una herramienta matemática invaluable para el análisis de redes sociales, en tanto proporciona una perspectiva profunda y matizada sobre las interacciones humanas y la estructura de los grupos sociales. Su aplicación no solo facilita la identificación de patrones complejos de relación e influencia, sino que también abre nuevas vías para el desarrollo de intervenciones sociales más informadas y efectivas, lo que demuestra su potencial para contribuir significativamente a la comprensión y mejora de nuestras sociedades.

En conjunto, los hallazgos realizados resaltan la aplicabilidad y la profundidad analítica que la teoría de grafos aporta al estudio de las dinámicas sociales. A través de la lente de la centralidad, los clústeres, la conectividad y la resiliencia, se puede proporcionar recomendaciones contextualizadas para mejorar la gestión de fenómenos sociales. Este enfoque no solo enriquece la comprensión teórica de las redes sociales, aspecto ampliamente consensuado,

sino que también ofrece herramientas prácticas para abordar algunos de los desafíos más apremiantes de nuestra sociedad.

En definitiva, la teoría de grafos ofrece una base poderosa para el análisis de las dinámicas sociales, pero su plena explotación requiere una reflexión continua sobre sus desafíos metodológicos y limitaciones. A través de una colaboración interdisciplinaria más estrecha y el desarrollo de enfoques metodológicos innovadores, se podría avanzar hacia una comprensión más rica y matizada de las redes sociales, superar las barreras actuales y abrir nuevas posibilidades para el estudio de la complejidad social.

## Conflicto de interés

El autor declara que no existe conflicto de intereses.

## Declaración de consentimiento de datos

Los datos generados durante la investigación se han incluido en el artículo. ●

## REFERENCIAS

- ACEVEDO DUQUE, Á., ÁLVAREZ-HERRANZ, A., & MARINAO-ARTIGAS, E. (2023). Scientometrics study of country branding and its contribution to sustainable development in nations. *Data and Metadata*, 2, 163. <https://doi.org/10.56294/dm2023163>
- ALOMIA-PADILLA, B., ALVAREZ-GUZMAN, C., ALVAREZ-GUZMAN, A., MORALES-GARCÍA, M., SAIRITUPA-SANCHEZ, L. Z., MORALES-GARCÍA, S. B., ÁLVAREZ-MANRIQUE, V., PAREDES-SAAVEDRA, M., & MORALES-GARCÍA, W. C. (2023). Socio-demographic factors, work motivation, emotional intelligence, quality of work life, and their association with work performance in peruvian health workers. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 2, 565. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023565>
- ÁLVAREZ CONTRERAS, D. E., DÍAZ PÉREZ, C. M., & HERAZO MORALES, R. (2023). Factores académicos asociados al proceso de investigación formativa en las instituciones educativas del sector oficial de Sincelejo, Sucre. *Región Científica*, 2(1), 202319. <https://doi.org/10.58763/rc202319>

- ANUGERAH, A. R., MUTTAQIN, P. S., & TRINARNINGSIH, W. (2022). Social network analysis in business and management research: A bibliometric analysis of the research trend and performance from 2001 to 2020. *Heliyon*, 8(4), e09270. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09270>
- ARAQUE GENAY, E. A. (2023). Una mirada a la realidad económica y educativa de la mujer indígena Zenú: reflexiones desde el Cabildo Menor el Campo Mirella. *Región Científica*, 2(2), 202366. <https://doi.org/10.58763/rc202366>
- BACSU, J.-D. R., O'CONNELL, M. E., WEBSTER, C., POOLE, L., WIGHTON, M. B., & SIVANANTHAN, S. (2021). A scoping review of COVID-19 experiences of people living with dementia. *Canadian Journal of Public Health*, 112, 400-411. <https://doi.org/10.17269/s41997-021-00500-z>
- BERNARDINI, R., & ROBLEDO, M. (2023). Clínica feminista en red-es. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 2(1), 122. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023122>
- BLANCO-GONZALEZ-TEJERO, C., & CANO-MARIN, E. (2023). Empowerment of women's entrepreneurship in family business through Twitter. *Journal of Family Business Management*, 13(3), 607-625. <https://doi.org/10.1108/JFBM-04-2022-0050>
- BRUSCO, M., DAVIS-STOBER, C. P., & STEINLEY, D. (2021). Ising formulations of some graph-theoretic problems in psychological research: Models and methods. *Journal of Mathematical Psychology*, 102, 102536. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2021.102536>
- CAMACHO, D., PANIZO-LLEDOT, Á., BELLO-ORGAS, G., GONZALEZ-PARDO, A., & CAMBRIA, E. (2020). The four dimensions of social network analysis: An overview of research methods, applications, and software tools. *Information Fusion*, 63, 88-120. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020.05.009>
- CAMPOS SÁNCHEZ, C., GUILLÉN LEÓN, L., ACOSTA YANES, R., & GIL OLORIZ, M. (2022). Metaverse: the future of medicine in a virtual world. *Metaverse Basic and Applied Research*, 1. <https://doi.org/10.56294/mr20224>
- CANOVA BARRIOS, C. J., MACARENA FRANCISCO, S., & HEREÑÚ, M. P. (2022). Workplace Violence in the Health Sector: Focus on the Argentinian context. *Community and Interculturality in Dialogue*, 2, 31. <https://doi.org/10.56294/cid202231>
- COPPING, A., KUCHAI, N., HATTAM, L., PASZKIEWICZ, N., ALBADRA, D., SHEPHERD, P., BURAT, E. S., & COLEY, D. (2022). Understanding material and supplier networks in the construction of disaster-relief shelters: the feasibility of using social network analysis as a decision-making tool. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 12(1), 78-105. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-01-2020-0007>
- DAUD, N. N., AB HAMID, S. H., SAADOON, M., SAHRAN, F., & ANUAR, N. B. (2020). Applications of link prediction in social networks: A review. *Journal of Network and Computer Applications*, 166, 102716. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102716>
- GAO, Y. (2020). Constructing the social network prediction model based on data mining and link prediction analysis. *Library Hi Tech*, 38(2), 320-333. <https://doi.org/10.1108/LHT-11-2018-0179>
- GAVILAN, N. E., PAQUIYAURI, Y. Y., MENESES-CLAUDIO, B., LOPEZ-CURASMA, A., & ROMERO-SANDOVAL, J. (2023). Pedagogical Management and Managerial Leadership in the Secondary Educational Institutions of Network 6, UGEL 06, Ate, 2020. *Data and Metadata*, 2, 172. <https://doi.org/10.56294/dm2023172>
- GÓMEZ CANO, C. A., SÁNCHEZ CASTILLO, V., & CLAVIJO GALLEGU, T. A. (2023). Unveiling the Thematic Landscape of Generative Pre-trained Transformer (GPT) Through Bibliometric Analysis. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2. <https://doi.org/10.56294/mr202333>
- GONZALES TITO, Y. M., QUINTANILLA LÓPEZ, L. N., & PÉREZ GAMBOA, A. J. (2023). Metaverse and education: a complex space for the next educational revolution. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2, 56-56. <https://doi.org/10.56294/mr202356>
- GUATEMALA MARIANO, A., & MARTÍNEZ PRATS, G. (2023). Technological capabilities in emerging social enterprises: A pathway to social impact. *Región Científica*, 2023111. <https://doi.org/10.58763/rc2023111>
- HAN, S. H., YOON, S. W., & CHAE, C. (2020). Building social capital and learning relationships through knowledge sharing: a social network approach of management students'



- cases. *Journal of Knowledge Management*, 24(4), 921-939. <https://doi.org/10.1108/JKM-11-2019-0641>
- HAN, Y., CALDWELL, N. D., & GHADGE, A. (2020). Social network analysis in operations and supply chain management: a review and revised research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(7/8), 1153-1176. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-06-2019-0500>
- HERNÁNDEZ TIQUE, D., PUENTES ORDOÑEZ, J. J., & GÓMEZ CANO, C. A. (2022). How do technology equipment companies implement new billing strategies? *Metaverse Basic and Applied Research*, 15. <https://doi.org/10.56294/mr202215>
- HEWA WELEGE, N. M., PAN, W., & KUMARASWAMY, M. (2021). Social network analysis applications in sustainable construction and built environment management: a review. *Built Environment Project and Asset Management*, 11(4), 511-528. <https://doi.org/10.1108/BE-PAM-03-2020-0047>
- HUNG, L., LEITCH, S., HUNG, R., & PHINNEY, A. (2020). Creating dementia-friendly and inclusive communities for social inclusion: a scoping review protocol. *BMJ Open*, 10(6), e035028. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-035028>
- IBRAHIMI, G., MERIOUMI, W., & BENCHEKROUN, B. (2023). Fostering innovation through collective intelligence: A literature review. *Data and Metadata*, 2, 149. <https://doi.org/10.56294/dm2023149>
- JIANG, B., ZHAO, Y., DONG, J., & HU, J. (2024). Analysis of the influence of trust in opposing opinions: An inclusiveness-degree based Signed Deffuant-Weisbush model. *Information Fusion*, 104, 102173. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.102173>
- KHALIL IBRAHEEM, I. (2022). Enhancing Intrusion Detection Systems Using Ensemble Machine Learning Techniques. *Data and Metadata*, 1, 33. <https://doi.org/10.56294/dm202271>
- KHALIL, M., PRINSLOO, P., & SLADE, S. (2023). The use and application of learning theory in learning analytics: a scoping review. *Journal of Computing in Higher Education*, 35, 573-594. <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09340-3>
- KOSVYRA, A., NTZIONI, E., & CHOUVARDA, I. (2021). Network analysis with biological data of cancer patients: A scoping review. *Journal of Biomedical Informatics*, 120, 103873. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103873>
- KUMAR, S., MALLIK, A., KHETARPAL, A., & PAN-DA, B. S. (2022). Influence maximization in social networks using graph embedding and graph neural network. *Information Sciences*, 607, 1617-1636. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2022.06.075>
- KURT, Y., & KURT, M. (2020). Social network analysis in international business research: An assessment of the current state of play and future research directions. *International Business Review*, 29(2), 101633. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2019.101633>
- KYRIMI, E., MCLACHLAN, S., DUBE, K., NEVES, M. R., FAHMI, A., & FENTON, N. (2021). A comprehensive scoping review of Bayesian networks in healthcare: Past, present and future. *Artificial Intelligence in Medicine*, 117, 102108. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2021.102108>
- LEDESMA, F., & MALAVE GONZÁLEZ, B. E. (2022). Patrones de comunicación científica sobre E-commerce: un estudio bibliométrico en la base de datos Scopus. *Región Científica*, 1(1). <https://doi.org/10.58763/rc202214>
- LEPEZ, C. O., & SIMEONI, I. A. (2023). Pedagogical experience with Public Health campaigns from the design of socio-educational projects with insertion in the local territory. *Community and Interculturality in Dialogue*, 3, 74. <https://doi.org/10.56294/cid202374>
- LI, Y., CHU, T., CHE, K., DONG, F., SHI, Y., MA, H., ZHAO, F., MAO, N., & XIE, H. (2021). Altered gray matter structural covariance networks in postpartum depression: a graph theoretical analysis. *Journal of Affective Disorders*, 293, 159-167. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.05.018>
- LINARES GIRALDO, M., ROZO CARVAJAL, K. J., & SÁENZ LÓPEZ, J. T. (2023). Impacto de la pandemia en el comportamiento del comercio B2C en Colombia. *Región Científica*, 2(1), 202320. <https://doi.org/10.58763/rc202320>
- LÓPEZ-BELMONTE, J., POZO-SÁNCHEZ, S., MORENO-GUERRERO, A.-J., & MARÍN-MARÍN, J.-A. (2023). We've reached the GOAL. Teaching Methodology for Transforming Learning in the METAVERSE. A teaching innovation project. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2. <https://doi.org/10.56294/mr202330>

- LUO, W., GREENE, A. S., & CONSTABLE, R. T. (2021). Within node connectivity changes, not simply edge changes, influence graph theory measures in functional connectivity studies of the brain. *NeuroImage*, 240, 118332. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118332>
- MOGROVEJO ANDRADE, J. M. (2022). Estrategias resilientes y mecanismos de las organizaciones para mitigar los efectos ocasionados por la pandemia a nivel internacional. *Región Científica*, 1(1), 202211. <https://doi.org/10.58763/rc202211>
- MOLAN, G., & MOLAN, M. (2021). Theoretical Model for Accident Prevention Based on Root Cause Analysis With Graph Theory. *Safety and Health at Work*, 12(1), 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.09.004>
- MOLINERO, X., & RIQUELME, F. (2021). Influence decision models: From cooperative game theory to social network analysis. *Computer Science Review*, 39, 100343. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100343>
- MORA PONTILUIS, D. J., MUÑOZ ESTRADA, E. S., & MORA ATENCIO, E. J. (2023). Aplicación del proyecto pedagógico de aula “Gestores de convivencia y paz” como estrategia para la formación de la cultura de la paz en los niños en el departamento de La Guajira. *Región Científica*, 2(1). <https://doi.org/10.58763/rc202355>
- ORTIZ-LEON, C., YUPANQUI-ALLCCA, F., & MENESES-CLAUDIO, B. (2023). Uso de la Inteligencia Artificial para la traducción de lenguajes de señas: Una revisión sistemática de literatura. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 2, 446. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023446>
- PÉREZ GAMBOA, A. J., GÓMEZ CANO, C. A., & SÁNCHEZ CASTILLO, V. (2022). Decision making in university contexts based on knowledge management systems. *Data & Metadata*, 1. <https://doi.org/10.56294/dm202292>
- PRAKASH, A., HAQUE, A., ISLAM, F., & SONAL, D. (2023). Exploring the Potential of Metaverse for Higher Education: Opportunities, Challenges, and Implications. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2. <https://doi.org/10.56294/mr202340>
- PRIEGO MORALES, R. A. (2024). El liderazgo directivo en la Nueva Escuela Mexicana y la revalorización docente desde el reconocimiento del talento humano: a scoping review. *Región Científica*, 3(1), 2024197. <https://doi.org/10.58763/rc2024197>
- RINCON SOTO, I. B., & SANCHEZ LEON, N. S. (2022). How artificial intelligence will shape the future of metaverse. A qualitative perspective. *Metaverse Basic and Applied Research*, 1. <https://doi.org/10.56294/mr202212>
- RIPOLL RIVALDO, M. (2023). El emprendimiento social universitario como estrategia de desarrollo en personas, comunidades y territorios. *Región Científica*, 2(2). <https://doi.org/10.58763/rc202379>
- RODRÍGUEZ TORRES, E., GÓMEZ CANO, C. A., & SÁNCHEZ CASTILLO, V. (2022). Management information systems and their impact on business decision making. *Data and Metadata*, 1, 21. <https://doi.org/10.56294/dm202221>
- RODRIGUEZ, M. D. V. (2022). Gender, gender-based violence and training on the Micaela Law. *Community and Interculturality in Dialogue*, 2, 29. <https://doi.org/10.56294/cid202229>
- RON, M., & ESCALONA, E. (2023). The dynamic nature of scientific knowledge: An epistemological look at the research activity of human hand anthropometry. *Community and Interculturality in Dialogue*, 3, 72. <https://doi.org/10.56294/cid202372>
- SAMANTA, S., DUBEY, V. K., & SARKAR, B. (2021). Measure of influences in social networks. *Applied Soft Computing*, 99, 106858. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106858>
- SÁNCHEZ SUÁREZ, Y., PÉREZ GAMBOA, A. J., HERNÁNDEZ NARIÑO, A., DÍAZ-CHIENG, L. Y., MARQUÉS LEÓN, M., PANCORBO SANDOVAL, J. A., & RODRÍGUEZ TORRES, E. (2023). Hospital culture and social responsibility: a mixed study of the main lines for its development. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie De Conferencias*, 2, 451. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023451>
- SINGH, S. S., SRIVASTVA, D., VERMA, M., & SINGH, J. (2022). Influence maximization frameworks, performance, challenges and directions on social network: A theoretical study. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(9), 7570-7603. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.08.009>
- SONKE, J., SAMS, K., MORGAN-DANIEL, J., SCHAEFER, N., PESATA, V., GOLDEN, T., & STUCKEY, H. (2021). Health Communication and the Arts in the United States: A

- Scoping Review. *American Journal of Health Promotion*, 35(1), 106-115. <https://doi.org/10.1177/0890117120931710>
- THOMAS-ACARO, R., & MENESES-CLAUDIO, B. (2024). Technological assistance in highly competitive sports for referee decision making: A systematic literature review. *Data and Metadata*, 3, 188. <https://doi.org/10.56294/dm2024188>
- TORRES BARRETO, M. L. (2023). Estudio de casos de éxito y fracaso de emprendedores a raíz del COVID-19 en Bucaramanga y su área metropolitana. *Región Científica*, 2(1), 202332. <https://doi.org/10.58763/rc202332>
- VARGHESE, E. B., & THAMPI, S. M. (2021). A multi-modal deep fusion graph framework to detect social distancing violations and FCGs in pandemic surveillance. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 103, 104305. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2021.104305>
- VIEIRA, R., FARIA, A. R., RIBEIRO, D., PICÓ-PÉREZ, M., & BESSA, J. M. (2023). Structural and functional brain correlates of suicidal ideation and behaviors in depression: A scoping review of MRI studies. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 126, 110799. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2023.110799>
- WANG, X., XING, Y., WEI, Y., ZHENG, Q., & XING, G. (2020). Public opinion information dissemination in mobile social networks – taking Sina Weibo as an example. *Information Discovery and Delivery*, 48(4), 213-224. <https://doi.org/10.1108/IDD-10-2019-0075>
- YANG, S., LI, T., GONG, X., PENG, B., & HU, J. (2020). A review on crowd simulation and modeling. *Graphical Models*, 111, 101081. <https://doi.org/10.1016/j.gmod.2020.101081>
- YU, Y., MOORE, M., & CHAPMAN, L. P. (2021). Social network analysis of an emerging innovation: direct-to-garment printing technology. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 25(2), 274-289. <https://doi.org/10.1108/JFMM-03-2020-0053>
- ZHANG, J., WANG, W., XIA, F., LIN, Y.-R., & TONG, H. (2020). Data-Driven Computational Social Science: A Survey. *Big Data Research*, 21, 100145. <https://doi.org/10.1016/j.bdr.2020.100145>
- ZHENG, S., PUNIA, D., WU, H., & LIU, Q. (2021). Graph Theoretic Analysis Reveals Intranasal Oxytocin Induced Network Changes Over Frontal Regions. *Neuroscience*, 459, 153-165. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2021.01.018>
- ZIMMERN, V. (2020). Why Brain Criticality Is Clinically Relevant: A Scoping Review. *Frontiers in Neural Circuits*, 14, 54. <https://doi.org/10.3389/fncir.2020.00054>

