

Análisis de redes sociales para el estudio de la producción intelectual en grupos de investigación

JOSÉ EDUARDO PÉREZ BELTRÁN* | GABRIEL VALERIO UREÑA**
LUCÍA RODRÍGUEZ-ACEVES***

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 análisis de redes sociales (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 análisis de redes sociales. 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 e intermediación. Asimismo, se encontró una relación significativa y positiva entre la producción intelectual de los grupos de investigación y la métrica de diámetro.

Research groups at educational institutions, as formal working bodies, develop forms of collaboration that may be studied from the perspective of social network analysis (SNA). With the aim of revealing how the characteristics of the network influence the effectiveness and attainment of tasks by these research groups, research was carried out that sought possible relationships between the intellection production of research groups and the different metrics used in social network analysis. The results of the research reveal the existence of a statistically significant, positive relationship between intellectual production and indicators of degree and intermediation. In addition, a significant, positive relationship was found between the intellectual production of research groups and the indicator of diameter.

Palabras clave

Actividades científicas
Redes sociales
Redes de investigación
Grupos de investigación
Producción científica

Keywords

Scientific activities
Social networks
Research networks
Research groups
Scientific production

Recepción: 23 de octubre de 2014 | Aceptación: 19 de febrero de 2015

- * Asistente de Investigación en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México). Maestría en Tecnologías de Información. Línea de investigación: análisis de redes sociales. CE: jeduardo.beltran@gmail.com
- ** Profesor-investigador en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México). Doctor en Innovación Educativa. Línea de investigación: aplicaciones sociales y su impacto en los negocios y la educación. Publicaciones recientes: (2014, en coautoría con D.J. Herrera-Murillo y M.C. Rodríguez-Martínez), "Asociación entre el momento de publicación en las redes sociales y el *engagement*: estudio de las universidades mexicanas", *Palabra Clave*, vol. 17, núm. 3, pp. 749-772; (2013, en coautoría con J.R. Valenzuela-González), "Social Capital Development of College Students through Online Social Networks", *Intangible Capital*, vol. 9, pp. 971-990. CE: gvalerio@itesm.mx
- *** Profesora de tiempo completo en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México). Doctora en Ciencias Administrativas. Líneas de investigación: análisis de redes sociales; emprendimiento y estrategia. Publicación reciente: (2014, en coautoría con B. Mojarro-Durán), "Atributos de actores clave en una red de generación de conocimiento", *Ide@s CONCYTEG*, núm. 107, pp. 37-49. CE: lucia_rodriguez@itesm.mx

INTRODUCCIÓN

La economía del conocimiento en red, que se caracteriza por diversos factores como la globalización, los mercados emergentes y las nuevas tecnologías, ha obligado a las organizaciones a modificar la manera tradicional en que venían realizando sus operaciones (Skyrme, 1999). Estas fuerzas externas han provocado que las organizaciones busquen diferentes estrategias para ser más eficientes, y han encontrado en los grupos de trabajo una opción que les permite aligerar la carga de trabajo, contar con una mejor división laboral y ofrecer mayor *empowerment* a los trabajadores (McShane y Von Glinow, 2010).

En la búsqueda de sus objetivos, los miembros de los grupos de trabajo interactúan entre ellos creando relaciones de colaboración. Este continuo actuar da forma a estructuras macrosociales denominadas “redes sociales” (Perianes *et al.*, 2008). El estudio de estas redes cobra relevancia en la medida en que aporta un panorama acerca de su comportamiento en varios contextos. Con el ARS (análisis de las redes sociales) es posible identificar patrones de conducta entre sus miembros, figuras de poder, prestigio e influencia, tanto a nivel de conjunto, como a nivel individual (Hanneman y Riddle, 2005).

Las redes sociales se tejen en cualquier ámbito donde la interacción humana esté presente: en la vida social, laboral y familiar de cada persona; dentro de los círculos sociales, en los grupos informales y en los equipos de trabajo. Es decir, las redes sociales son el resultado de las conductas de los individuos.

En este sentido, los grupos de investigación, como organismos formales de trabajo, cuentan con una dinámica particular de interacción y colaboración entre sus integrantes. Dicha dinámica, plasmada en la red social de estos grupos, además de reflejar los flujos de conocimiento y de comunicación, puede tener un impacto relevante en los procesos de aprendizaje y de generación de conocimiento.

En estudios recientes se ha encontrado que pertenecer a un grupo de investigación incrementa la productividad, medida en términos de calidad y cantidad de productos de conocimiento, como lo son las publicaciones académicas (Defazio *et al.*, 2009; He y Campbell-Hunt, 2009; Perkmann y Walsh, 2009). Un enfoque sugiere que los grupos de investigación donde los actores están fuertemente conectados entre sí, promueven la confianza mutua y la identificación con el grupo, a la vez que reducen las barreras de movilización y por ende incrementan el desempeño (Ahuja, 2000; Obstfeld, 2005). Una segunda línea sugiere los beneficios del *brokerage*, o intermediación, mediante el cual los investigadores que se conectan a otros incrementan sus posibilidades de crear nuevo conocimiento y son más capaces de capitalizar sus habilidades (Burt, 1997, 2004; Zaheer y Bell, 2005; Shipilov, 2006).

Por lo anterior, resulta interesante analizar la red social de los grupos formales de investigación, con la finalidad de obtener un panorama detallado del comportamiento y de la colaboración que se presenta entre los profesores, investigadores, alumnos y demás colegas que los integran, y así poder inferir el grado en que la red social influye en el desempeño del grupo.

El foco principal de la presente investigación es: identificar la posible relación entre medidas del análisis de redes sociales (grado, eigenvector, cercanía, intermediación, densidad, diámetro, modularidad) y la producción intelectual en los grupos formales de investigación.

Partiendo de este objetivo principal, se formularon las dos preguntas generales que guiaron la investigación: la primera se da a nivel de miembros de grupo, y la segunda, a nivel grupal o global:

1. ¿Existe una correlación directa entre las métricas de grado, cercanía e intermediación, con la producción

intelectual particular de cada miembro de los grupos de investigación?

2. ¿Existe una correlación directa entre las métricas de densidad, diámetro y modularidad, con la producción intelectual total de los grupos de investigación?

MARCO TEÓRICO

Grupos de trabajo

La globalización, la incertidumbre, las nuevas tecnologías y otros factores, han obligado a las organizaciones a adelgazar su tamaño y a racionalizar sus procesos. Estas modificaciones, acompañadas de una reducción de personal, han provocado que los empleados tengan mayor responsabilidad, mayor autonomía, se hagan cargo de un mayor número de actividades, tomen más decisiones y se agrupen en equipos para realizar sus labores. Utilizados correctamente, los grupos de trabajo pueden aumentar la productividad, elevar la moral de sus miembros, y en algunos casos, estimular la innovación (Dumaine, 1994).

Un grupo de trabajo es una colección de dos o más personas que trabajan entre ellos con regularidad para alcanzar metas en común y son mutuamente dependientes para lograrlo (Steers y Black, 1994). De acuerdo con Wellins (1992), la importancia de los grupos recae en que éstos no sólo le generan beneficios a la organización, sino también a sus propios integrantes: a la organización le ayudan a cumplir tareas importantes, a estimular la creatividad, a tomar mejores decisiones y a compensar el gran tamaño que pueden llegar tener; a los miembros les ofrece un sentido de pertenencia y autovaloración.

Diversos especialistas en la materia como Hackman (1987), Shawn (1976), Schermerhorn, Hunt y Osborn (2008), concuerdan en que los beneficios de los grupos de trabajo son condicionales, es decir, para que se materialicen es necesario que un grupo sea efectivo, que en él esté presente la sinergia y que exista cohesión

entre sus miembros. Al respecto, se puede decir que un grupo es efectivo si cumple con tres requisitos: cuenta con altos niveles de desempeño, sus miembros se sienten satisfechos y tiene una alta viabilidad (Hackman, 1987).

De acuerdo con Schermerhorn *et al.* (2008), cuando los grupos son efectivos se crea un potencial denominado sinergia: la creación de un todo que es mejor que la suma de sus partes. Cuando la sinergia está presente los grupos logran tener mucho más que la suma de las capacidades individuales de sus miembros.

Por su parte, Shawn (1976) señala que la cohesión es el grado de atracción que sienten las personas hacia el equipo y su motivación para permanecer como miembros. Las personas en un grupo con una alta cohesión valoran su pertenencia y se esfuerzan por llevar una buena relación con los demás miembros, tienden a ser más felices con su trabajo y con las actividades del equipo. La cohesión generalmente es alta cuando los miembros del equipo son similares en edad, necesidades, actitudes y trasfondos. Es posible, además, incrementar o disminuir la cohesión con base en ocho factores: la pertenencia, el tamaño, las metas, las recompensas, las interacciones, la ubicación, la competencia y la duración (Shawn, 1976).

En resumen, para que los beneficios de los grupos de trabajo sean palpables, éstos deben ser efectivos, contar con sinergia como elemento clave y que la cohesión esté latente. Sin embargo, para que se den todos estos elementos es necesario pasar antes por un proceso de formación y consolidación. De acuerdo con McShane y Von Glinow (2010), todo grupo pasa por una serie de etapas a lo largo de su vida: a) formación, b) confrontación, c) normalización, d) desempeño, y e) término. Cada una de ellas es sucesiva y todas están presentes dentro de un ciclo.

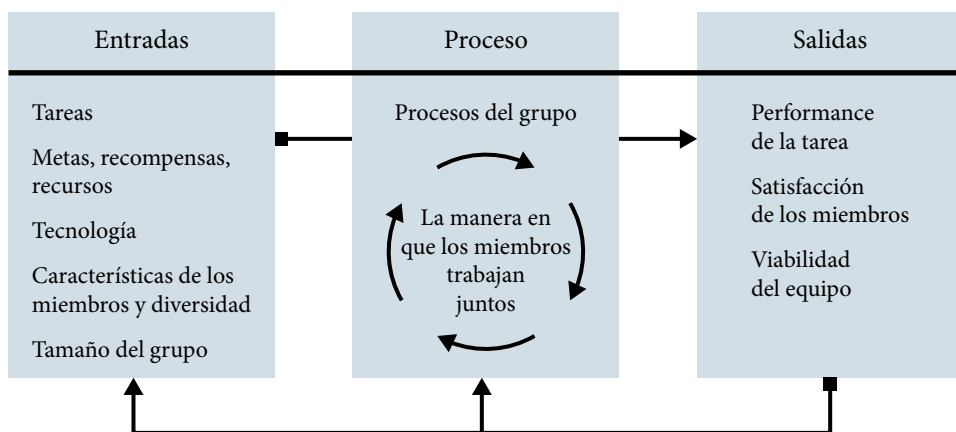
Cada etapa presenta ciertas actividades particulares, por ejemplo, los miembros deben conocerse, confiar entre sí, entender sus roles respectivos, identificar comportamientos

adecuados e inadecuados, y aprender a comunicarse entre ellos. De esta manera, conforme pasa el tiempo y el grupo va avanzado hacia fases posteriores, los integrantes van desarrollando modelos mentales comunes o complementarios, y al trabajar de manera conjunta se crean rutinas eficientes para realizar el trabajo.

Hackman (1987) desarrolló un esquema denominado “modelo de sistemas abiertos”,

en el que describe a un grupo como un sistema dinámico que consta de tres partes: las entradas, el proceso dentro del grupo o dinámica grupal, y las salidas resultantes de la etapa previa; estas últimas permiten identificar si un grupo realmente es eficaz. A continuación se describen cada una de las tres fases de las que consta el modelo, mismas que se pueden observar en la Fig. 1.

Figura 1. El grupo de trabajo como un sistema



Fuente: tomado de Hackman, 1987.

De acuerdo al modelo de Hackman (1987), las entradas son las bases iniciales en cualquier situación de grupo y son los fundamentos para toda acción posterior. Como regla general, uno puede esperar que entre más fuertes sean las bases de las entradas, mejores serán las oportunidades a largo plazo en la eficiencia del grupo. Las entradas clave del grupo incluyen la naturaleza de la tarea, objetivos, premios, recursos, tecnología, características de los miembros, diversidad y tamaño del grupo.

La etapa siguiente del modelo de Hackman (1987) es la dinámica de grupo. Ésta se presenta cuando después de obtener los insumos correctos, los miembros del grupo, por medio de un trabajo colectivo, los convierten en los resultados deseados. Esta etapa está basada, en parte, en el concepto de dinámica grupal

propuesto por Homans (1950), quien la describe como una consecuencia de las relaciones que los miembros realizan por medio de actividades, interacciones y opiniones. Las actividades, de acuerdo con este autor, son las cosas que las personas hacen, o las acciones que se realizan en el grupo mientras se está trabajando en las tareas asignadas; las interacciones las conforman las comunicaciones interpersonales y el contacto; las opiniones abarcan a los sentimientos, actitudes, creencias o valores que tienen los miembros del grupo.

La etapa final del sistema son las salidas y, de acuerdo con esta teoría, son tres: presentar niveles de desempeño, satisfacción entre sus miembros y viabilidad. El desempeño tiene que ver con el alcance de los objetivos establecidos bajo estándares previamente definidos, como calidad, tiempo y resultados. En cuanto

a la satisfacción de los miembros, un grupo efectivo se caracteriza porque sus integrantes perciben que su participación es valiosa, y que por el hecho de pertenecer al grupo están satisfaciendo tanto sus necesidades personales como profesionales. Por su parte, la viabilidad del grupo se relaciona con el deseo de los miembros de seguir perteneciendo a dicho grupo y de seguir trabajando; de esta manera, el grupo adquiere un potencial a largo plazo, porque existe acuerdo respecto de las tareas que les son asignadas y con las relaciones interpersonales que crean y fortalecen. Estas tres salidas definen a un grupo efectivo.

Esta teoría permite sustentar la idea de que la red social del grupo, o dinámica grupal, en términos de Hackman (1987), influye de alguna manera en su desempeño. Muchos son los beneficios que pueden obtenerse de los grupos de trabajo, sin embargo, es necesario que los procesos que se realizan dentro de ellos, así como la interacción entre sus miembros, sea la adecuada para lograrlos.

Debido a que los grupos que se estudian en el presente artículo son conformados por investigadores y académicos, y que éstos presentan particularidades en comparación con los grupos de trabajo colaborativo, a continuación se aborda el tema de grupos de investigación.

Grupos de investigación

La colaboración científica se ha convertido en la norma (Abbasi *et al.*, 2012): a nivel individual, los investigadores tienen una capacidad limitada para adquirir y utilizar conocimiento, de manera que las interacciones con otros investigadores son necesarias para la generación de conocimiento; por otra parte, a medida que pasa el tiempo la investigación se hace más compleja, multidisciplinaria, costosa y sensiblemente distribuida geográficamente. Como evidencia de lo anterior, las agencias que promueven la investigación a través del

fondeo, por ejemplo el CONACyT¹ en México o el COLCIENCIAS² en Colombia, han modificado sus esquemas para fomentar y promover la colaboración científica, incentivando la conformación de comunidades y redes académicas.

Debido a la importancia de la colaboración en grupos de investigación, dicho fenómeno se ha estudiado desde distintas disciplinas, como la Sociología, la Psicología, las Ciencias Políticas y las Ciencias de la Información, entre otras (Abbasi *et al.*, 2012; Sonnenwald, 2007). Por tal razón, existe una gran diversidad de definiciones del concepto; un ejemplo es el término “colegios invisibles”, que desde 1645 se utilizaba en Londres para describir reuniones privadas semanales de un grupo de científicos miembros de la Sociedad Real (De Filippo *et al.*, 2014). Más recientemente, Monsalve *et al.* (2004) los definen como círculos de personas que desarrollan su actividad investigadora bajo la influencia de un líder con un reconocido prestigio y una elevada productividad científica. En torno a ellos se establece una red de comunicación tanto formal como informal, donde los integrantes establecen un círculo social en el que no necesariamente se conocen de forma personal. Hoy en día, los términos “grupos de investigación”, “redes de colaboración científica” o simplemente “redes científicas” son utilizados casi de manera intercambiable para describir de forma general la interacción cercana entre dos o más académicos, en un proyecto de investigación que tiene una o varias metas específicas (Ynalvez y Shrum, 2011; Sonnenwald, 2007).

Como particularidades de los grupos o redes de investigación, se pueden identificar las normas sociales y la confianza que se construye con el tiempo. La dinámica en estos grupos se basa en compartir y transferir cantidades sustanciales de conocimiento, que al ser un bien público se convierte en un beneficio *per se* para los investigadores, en el momento

1 Véase la página web del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: <http://www.conacyt.com.mx/> (consulta: 12 de febrero de 2015).

2 Véase la página web de COLCIENCIAS: <http://www.colciencias.gov.co/> (consulta: 10 de febrero de 2015).

actual y en el futuro (He *et al.*, 2009). La acumulación de dicho conocimiento les permite a los científicos incrementar su nivel de reputación y prestigio. Además, la pertenencia a las redes les confiere a los miembros la posibilidad de identificar oportunidades de investigación y posicionarse para con el tiempo incrementar su producción. Las normas sociales, la confianza, la reputación y el prestigio son una forma de capital social en el ámbito de la investigación (Burt, 2010). Es entonces a través de la colaboración que los investigadores construyen, expanden y mantienen su capital social.

El capital social es parte de un conjunto de recursos tangibles e intangibles que se movilizan para cumplir con tareas específicas (Easley y Kleinberg, 2010). Tales recursos pueden ser generados por la estructura de una red, por las posiciones que ocupan los actores miembros de la misma y por el contenido de los lazos que unen a dichos actores (Delli Paoli y Addeo, 2011). Grandes contribuciones se han hecho a la teoría de redes bajo la perspectiva del capital social (Burt, 1992; Coleman, 1989; Portes, 1998). Por ejemplo, Burt (1992) propuso la existencia de distintas formas de capital social que surgen a partir de huecos en la estructura de las redes: *closure* y *brokerage*. Por una parte, *closure* se refiere a mantenerse en una posición cercana a un grupo particular de actores que está fuertemente unido, donde la intensidad emocional, la confianza mutua y los servicios recíprocos generan ciertos beneficios (Granovetter, 1973). Por otra parte, *brokerage*, o intermediación, se refiere a los beneficios de exponerse a distintas opiniones y comportamientos, como resultado de conectar distintos grupos (Burt, 2010; Easley y Kleinberg, 2010). Debido a que ambos mecanismos, *closure* y *brokerage*, son fuentes de ventaja y se enfocan en distintas metas relacionadas con el desempeño, tiene sentido suponer que un individuo puede asegurar ciertos beneficios al tener una posición específica en la red.

Siguiendo los argumentos planteados, las redes personales se pueden gestionar o manipular de forma que al conectar grupos desconectados, se obtiene más poder e influencia en el grupo (Robinson-García *et al.*, 2013). A nivel de grupos de investigación, es posible que la estructura de una red influya en la cantidad de recursos generados por los miembros de la misma y, por ende, en la obtención de mejores resultados en agregado. Por esta razón, se requiere de un mecanismo que permita el monitoreo de la dinámica grupal y de los elementos sociales inherentes a los grupos de investigación, con el fin de entender cómo se relacionan sus miembros, cómo colaboran y llevan a cabo las tareas para la generación de conocimiento. Esto permite que sea visible la manera como éstos se relacionan con los resultados obtenidos, y cómo afecta a los objetivos trazados.

En respuesta a esta necesidad, uno de los métodos de investigación enfocados en entender mejor la dinámica de grupos de investigación y la colaboración científica es el análisis de redes sociales (Ding, 2011).

Análisis de redes sociales

De acuerdo con Miguel *et al.* (2008), una red social está conformada por dos componentes: los actores, que son las unidades que se relacionan entre sí por algún motivo o circunstancia; y las relaciones, que son los lazos existentes entre los actores. Los actores de una red pueden tener roles según sea su grado, poder de intermediación en relación con los demás y cercanía. Asimismo, los vínculos pueden ser directos o indirectos, direccionales o no direccionales, y tener diferentes intensidades; estas características determinan el tipo de relación existente y el tipo de estructura de red que conforman (Rodríguez, 1995).

Garrido (2004) propone las siguientes características de las redes sociales:

- El comportamiento de los individuos y de los grupos está asociado a la posición que ocupan en el sistema estructurado

de relaciones sociales. No se niega la existencia y fuerza de las normas, pero se estima que éstas únicamente operan dentro de oportunidades y constricciones que son el resultado de la estructura de relaciones.

- Se produce una interdependencia mutua entre la estructura social y la interacción diádica de los individuos. Es decir, la relación entre dos elementos de la red viene condicionada por el conjunto de la misma y, paralelamente, la estructura de la red se encuentra influida por las relaciones diádicas.
- Los grupos surgen con base en la red de relaciones y están cruzados por la pertenencia de sus miembros a distintas redes.
- El sistema social es concebido como redes de relaciones sociales, más que como conjunto de individuos.

Bajo este contexto, el análisis de redes sociales provee un marco conceptual y metodológico para analizar las relaciones existentes entre los miembros de un grupo, la estructura que emerge como consecuencia de dichas relaciones y el papel que juegan los individuos dentro de esa estructura (Wasserman y Faust, 1994).

De acuerdo con Scott (1991), el análisis de redes sociales se enfoca en las estructuras sociales y estudia a nivel micro la conducta de los individuos, y a nivel macro los patrones de relaciones y la composición global de la red, así como las interacciones entre los dos niveles, los flujos de conocimiento, la colaboración y el poder.

El análisis de redes sociales cuenta con diferentes medidas para estudiar las características de la red, así como para identificar las relaciones y las posiciones de los actores dentro de ella. El concepto de centralidad tiene un rol preponderante en el estudio de las redes sociales, pues supone que los individuos que ocupan posiciones centrales tienen mayor capacidad de influir en la opinión y conducta de

los otros actores de la red, así como intervenir en el flujo e intercambio de información (Garrido, 2004).

De acuerdo con Sanz (2003), de manera general, es posible categorizar a las medidas del análisis de redes sociales dependiendo del objetivo de estudio: si se busca estudiar la posición que ocupa cada uno de los actores en el conjunto de la red y ver cómo se comportan individualmente, se utilizan las herramientas de centralidad, como el grado, cercanía e intermediación; por otra parte, si se busca estudiar las propiedades y estructura general de la red, se requiere de analizar su densidad, el grado de cohesión, tamaño y closterización.

A continuación se especifican las métricas utilizadas en el estudio con base en los conceptos de Borgatti *et al.* (2002):

- 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 eigenvector 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 (Hanneman y Riddle, 2005). Los nodos más centrales, en este sentido, corresponden a los centros de regiones densas en las que todos los actores están conectados entre sí (Lu y Reeve, 2011).
- 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 gran 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 (Wasserman y Faust, 1994).

- La intermediación 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. La intermediación nos da una idea del control que cada uno de los actores tiene de los flujos relacionales en el conjunto de la red (Burt, 2010). Suelen tener valores altos de intermediación 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 (Hanneman y Riddle, 2005).
- 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.

Es posible inferir el papel que juegan los individuos dentro de una red interpretando las medidas de centralidad. Por ejemplo, Freeman *et al.* (1991) señalan que la intermediación se refiere al hecho de que algunos actores están en medio de algunos otros, interrumpiendo sus vías de comunicación. Desde este punto de vista, los actores centrales serían muy importantes en el conjunto de la red, por ser los intermediarios del acceso a la información y el conocimiento (Burt, 2010). En el contexto de los grupos de investigación, los actores con valores altos de intermediación suelen vincular grupos de investigación con enfoques disciplinares distintos (Rodríguez y Mojarro, 2014). Tal hecho les confiere la posibilidad de incrementar su nivel de productividad, en parte porque aplican su *expertise* en distintas áreas de conocimiento (e.g. biomedicina, mecatrónica, tecnologías de información).

Otro comportamiento de los actores dentro de la red, que se puede inferir con respecto a la centralidad como intermediación, va más allá de la concatenación de dos actores a través de un tercero, como una posición de poder. El actor intermediario es un agente que controla la comunicación y que toma en cuenta el interés de los individuos a los que sirve como canal de comunicación, de forma que su posición intermediadora le confiere una ventaja de poder. La intermediación, desde luego, tiene algunas implicaciones como el costo, ya que el intermediario recibe por sus servicios alguna fracción de los recursos que fluyen por medio de él. La comisión que reciban estos intermediarios variará en función de la longitud y de lo imprescindible de la vía (Marsden, 1982).

De acuerdo con Freeman (1979), tanto el grado como el eigenvector de un actor representan el nivel de la actividad comunicativa o la capacidad de comunicarse directamente con otros. La cercanía representa la independencia o la capacidad de llegar a muchos de los otros miembros de la red directamente, sin apoyarse en intermediarios.

La investigación en redes sociales provee amplia evidencia de que las posiciones relativas de los actores en una red se correlacionan con su desempeño (Lee, 2009). Es decir, los actores que tienen altos niveles de centralidad, medida en términos de grado, eigenvector o intermediación, usualmente tienen un mejor desempeño en comparación con el resto. En el contexto de los grupos de investigación, el desempeño se mide en términos de la calidad de las publicaciones y la cantidad de éstas, de manera que los investigadores que ocupan posiciones centrales en sus redes científicas tienden a publicar más y son más aptos para formar relaciones de colaboración (Zuckerman 1967). Por lo tanto, tienen más reconocimiento y recompensas.

Bajo esta premisa, y con la intención de contribuir al entendimiento de la dinámica de los grupos de investigación y redes científicas, la finalidad de este estudio fue determinar si existe relación entre las métricas del análisis de redes sociales (grado, intermediación, cercanía, densidad, diámetro, modularidad) y la producción intelectual de los grupos de investigación y sus individuos.

MÉTODO

En este punto es importante recordar las dos preguntas de investigación que guiaron el presente estudio: la primera se da a nivel de miembros de grupo, y la segunda a nivel grupal o global: 1) ¿existe una relación directa entre las métricas de grado, cercanía e intermediación, con la producción intelectual particular de cada miembro de los grupos de investigación? Y 2) ¿existe una

relación directa entre las métricas de densidad, diámetro y modularidad, con la producción intelectual total de los grupos de investigación?

Para responder a estas preguntas se siguió una metodología cuantitativa, basada en la recolección de datos, la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández *et al.*, 2006). Esta investigación es de carácter correlacional, ya que asocia diferentes variables mediante un patrón predecible para un grupo o población; pretende medir el grado de asociación entre variables presuntamente relacionadas, para después analizar dicha correlación y evaluar el grado de vinculación entre variables.

En cuanto a la forma de recopilación de datos, este estudio siguió los lineamientos especificados por metodólogos reconocidos como Creswell y Plano (2011), así como Erlandson *et al.* (1993). Éstos señalan que existen dos importantes fuentes no humanas de evidencia: los documentos y los artefactos. Los documentos incluyen casi cualquier cosa que existe desde antes y durante la investigación. Los artefactos son todo aquello que inherentemente se tiene dentro de la cultura tecnológica actual, presentes en cualquier interacción social y todo ambiente físico.

En este sentido, la recopilación se llevó a cabo por medio de la revisión de los documentos, publicaciones y registros almacenados en la base de datos: del sistema de investigación y posgrado. Como artefacto se utilizó un sistema de información que se desarrolló para acceder a dicha base de datos: por medio de consultas se obtuvo información que se almacenó, organizó, catalogó y analizó, con el fin de dar respuesta a las hipótesis planteadas.

En los estudios de redes sociales, como lo señalan Hanneman y Riddle (2005), el alcance de la investigación se ve definido por las características propias de los actores involucrados en el estudio. Por ejemplo, los miembros de un salón de clases, de un grupo de trabajo o de una organización, pueden constituir una población. De esta manera, los límites del

estudio generalmente se definen alrededor de dicha población, la cual constituye a la red en su conjunto.

De manera particular, este trabajo se enfoca en los grupos formales de investigación y el alcance del estudio abarca a las cátedras de investigación pertenecientes al área de tecnologías de información y comunicaciones del Tecnológico de Monterrey, campus Monterrey. Se delimitó el estudio a cinco de las ocho cátedras adscritas a esta área, bajo el criterio de contar exclusivamente con grupos que tuvieran los mismos años de operación; por lo tanto, se seleccionaron las cinco cátedras que comenzaron operaciones en el 2003. Considerando que el tiempo de operación de las cátedras podría afectar la dinámica de las mismas, el análisis se realizó a partir del cuarto año de operación de cada una de ellas. En total 23 profesores formaban parte de las cinco cátedras, sin embargo, dado que éstos trabajan con profesores no adscritos a las mismas, se analizaron las relaciones de 420 profesores. Asimismo, se revisaron 548 publicaciones, realizadas entre los años 2007 y 2010. Es importante señalar que los datos describen una foto en el tiempo, es decir, el total de investigadores y sus publicaciones en colaboración durante cuatro años, por lo tanto, los datos no se consideraron como panel para realizar un análisis longitudinal. Adicionalmente, las correlaciones se obtuvieron con las medidas de ARS para cada uno de los 23 profesores que formaron parte de las cinco cátedras en el periodo analizado.

Bajo esta premisa, una vez que se recabaron los datos necesarios se aplicó un análisis a las redes de cada una de las cinco cátedras involucradas en el estudio, con la finalidad de observar sus características, en dos niveles: a nivel miembro de cátedra, y a nivel de cátedra o grupo. Con respecto al segundo nivel de análisis, cabe señalar que debido a que las cátedras de investigación estaban conformadas

por distinto número de miembros, los datos se normalizaron previo análisis.

Este análisis se hizo utilizando los *software* Gephi³ y UCINET⁴ (Borgatti *et al.*, 2002), en los cuales se corrieron los algoritmos requeridos para obtener las métricas del análisis de redes sociales involucradas en el estudio: grado, eigenvector, cercanía, intermediación, diámetro, densidad y modularidad (Borgatti *et al.*, 2002). Cabe señalar que la densidad que se calculó es la ponderada, debido a que las matrices de coautorías son valuadas.

El método estadístico utilizado en esta investigación es el QAP “Quadratic Assignment Procedure”, el cual es utilizado en ARS para el estudio de la relación entre duplas de variables (Borgatti y Cross, 2003). Para poder interpretar los resultados hay que tomar en cuenta que el método QAP indica que la correlación entre una dupla de variables existe, si su índice es mayor a 0.3. Además el *p-value* asignado a ese índice debe caer en cualquiera de los siguientes tres rangos, $p < .001$; $p < .01$; $p < .05$. Cada uno de estos rangos representa la significancia de la relación: entre más cercano a cero sea el *p-value*, mayor es la significancia de la relación (Borgatti y Cross, 2003). Cabe señalar que todos los resultados están calculados con base en 10 mil permutaciones, bajo el análisis estadístico QAP.

De esta forma, siguiendo la metodología de ARS especificada líneas atrás, se construyeron las relaciones que se dan entre los miembros de las cátedras como consecuencia del trabajo conjunto que realizan para llevar a cabo las actividades de investigación y la divulgación científica de éstas. Comúnmente a estas relaciones se les denomina coautorías, y en estudios previos han sido ampliamente utilizadas como una medida directa de colaboración científica a nivel individual, organizacional, regional y de país (McFadyen y Cannella, 2004; Cockburn y Henderson, 1998; Luukkonen *et al.*, 1993). Cabe señalar que

3 Véase el sitio web del *software* Gephi: <http://gephi.github.io/> (consulta: 6 de febrero de 2015).

4 Véase el sitio web del *software* UCINET: <https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home> (consulta: 11 de enero de 2015).

para este estudio se asume que una publicación conjunta es una colaboración; y por las características de la recolección de los datos, los lazos se consideran no-dirigidos, es decir, no es posible identificar qué actor propició la colaboración.

Al consolidar las relaciones encontradas, éstas conforman la red social de los grupos de investigación y pueden verse por medio de un grafo. A manera de ejemplo, la Fig. 2 muestra el grafo de una de las cátedras de investigación analizadas.

Figura 2. Grafo de ejemplo de una cátedra de investigación



Fuente: elaboración propia.

Como parte del proceso de análisis de las redes sociales, para cada cátedra de investigación se elaboró una serie de grafos. La forma como se creó cada uno de los grafos consiste en que a cada profesor, miembro de la cátedra en cuestión, se le asignó un punto (nodo), el cual está unido a otros más, que representan a los investigadores con los que ha trabajado. Estos nodos se unen por medio de líneas (relaciones), las cuales son el resultado de la colaboración que dicho profesor ha tenido con otros colegas.

Es importante aclarar que a pesar de que sólo se analizó a los profesores adscritos a las distintas cátedras, las redes eran mucho más grandes, debido a que éstos participaban con múltiples colegas no adscritos a las mismas. En el ejemplo mostrado en la Fig. 2, se muestra la dinámica generada por 153 publicaciones de una cátedra con cinco profesores adscritos.

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos al seguir la metodología recién descrita. Se analiza el comportamiento de los individuos que forman parte de las distintas cátedras y las cátedras en su conjunto. Con la finalidad de organizar este apartado, se comenzará con la presentación de los resultados que responden a la pregunta: ¿existe una relación directa entre las métricas de grado, eigenvector, cercanía e intermediación, con la producción intelectual particular de cada miembro de los grupos de investigación?

Estudio a nivel miembro de cátedra

Los resultados obtenidos se organizaron en las siguientes tablas. La Tabla 1 contiene los índices de correlación entre las variables involucradas para el estudio de este nivel, y la Tabla 2 contiene los *p-values* asociados a estos índices.

Tabla 1. Matriz de correlaciones entre variables, estudio a nivel miembros de cátedras

	Cercanía	Grado	Intermediación	Eigenvector	Producción intelectual
Cercanía	1				
Grado	.55	1			
Intermediación	.22	.50	1		
Eigenvector	.45	.75	.31	1	
Producción intelectual	.26	.34	.15	.33	1

Tabla 2. Matriz de *p-values* de las variables a nivel miembros de cátedras

	Cercanía	Grado	Intermediación	Eigenvector	Producción intelectual
Cercanía	1				
Grado	0	1			
Intermediación	.03	0	1		
Eigenvector	.00	0	.00	1	
Producción intelectual	.03	0	.05	.00	1

En la Tabla 1 se puede observar que no existe correlación entre la intermediación y la cercanía, tomando como referencia los parámetros explicados con anterioridad, ya que su índice no es mayor a .3. De la misma manera, la producción intelectual y la cercanía no están correlacionadas, ya que presentan un índice de .26. Finalmente, la correlación entre la producción intelectual y la intermediación es inexistente, ya que tiene un índice de .15.

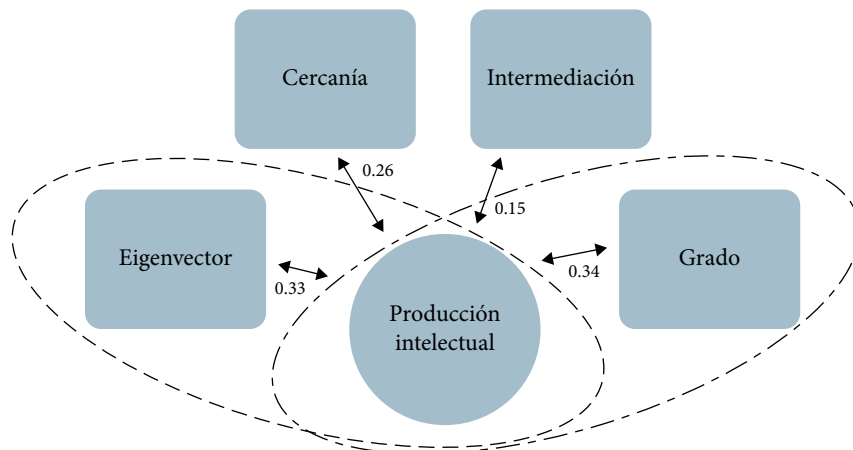
Por otro lado, la Tabla 1 indica que sí existen medidas correlacionadas, como el grado y la cercanía, cuyo índice es de .55. También el eigenvector y la cercanía están relacionados, al contar con un índice de .45. Las duplas eigenvector-grado, producción intelectual-grado, eigenvector-intermediación y producción intelectual-eigenvector sí presentan correlación, al contar con índices de .75, .34, .31, .33, respectivamente.

Finalmente, la Tabla 2 confirma la significancia de la correlaciones encontradas (grado-cercanía, eigenvector-cercanía, eigenvector-grado, producción intelectual-grado, eigenvector-intermediación y producción intelectual-eigenvector), ya que todas ellas tienen un *p-value* menor a 0.

De las correlaciones encontradas, las que son de interés para el presente estudio son las que tienen relación con la producción intelectual. La Fig. 3 es un modelo relacional y muestra los lazos entre el eigenvector, el grado y la producción intelectual de los individuos. Los coeficientes de cada relación son de .33 y .34 respectivamente.

La Fig. 3 muestra que existen dos díadas relacionadas con la producción intelectual de los individuos en mayor medida: eigenvector y grado, con un coeficiente de relación de .33 y .34 respectivamente.

Figura 3. Modelo de relación entre variables a nivel miembro de cátedra



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, con base en los resultados de la investigación y los criterios estadísticos, según los cuales el coeficiente de relación debe ser mayor a 0.3 y su significancia menor a 0.05, se puede concluir que existe una relación positiva entre el nivel de grado y el nivel de eigenvector del individuo, con la producción intelectual del mismo.

Por último, con la finalidad de aclarar los criterios estadísticos de aceptación, la Tabla 3 enlista cada una de las diadas, los coeficientes de relación y de significancia para las variables involucradas.

Tabla 3. Criterios de aceptación en la hipótesis de estudio a nivel miembro de cátedra

Variables involucradas	Coefficiente de relación	Significancia
Grado-producción intelectual	.34	0
Eigenvector-producción intelectual	.33	.00
Intermediación-producción intelectual	.15	.05
Cercanía-producción intelectual	.26	.03

En resumen, para este nivel de estudio se concluye que la producción intelectual de los miembros de las cátedras de investigación se relaciona con las métricas de grado y eigenvector.

Estudio a nivel de cátedra

A continuación se presentan los resultados que contestan la segunda pregunta de

investigación: ¿existe una relación directa entre las métricas de densidad, diámetro y modularidad, con la producción intelectual total de los grupos de investigación?

De la misma manera que las tablas en los estudios anteriores, la Tabla 4 contiene los índices de correlación entre las variables involucradas para el estudio de este nivel; y la Tabla 5 contiene a los *p-values* asociados a estos índices.

Tabla 4. Matriz de correlaciones entre variables, estudio a nivel cátedras

	Densidad	Diámetro	Modularidad	Producción intelectual
Densidad	1			
Diámetro	-0.316	1		
Modularidad	0.253	-0.604	1	
Producción intelectual	-0.190	0.858	-0.316	1

Tabla 5. Matriz de *p-values* de las variables a nivel cátedras

	Densidad	Diámetro	Modularidad	Producción intelectual
Densidad	0			
Diámetro	0.335	0		
Modularidad	0.346	0.032	0	
Producción intelectual	0.353	0.035	0.188	0

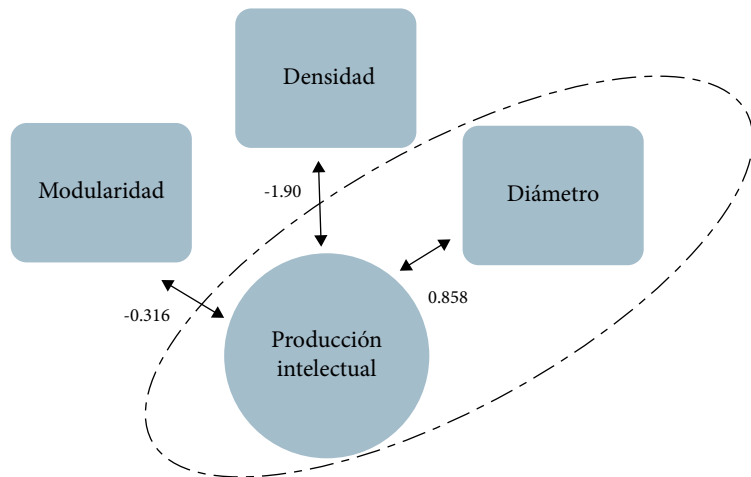
El índice de correlación para la díada densidad-diámetro es de -0.316 ; el de la densidad-producción intelectual es de -0.190 ; la densidad-modularidad cuenta con un índice de 0.253 ; el diámetro-producción intelectual es de 0.858 ; por su parte, la modularidad-producción intelectual es de -0.316 y el diámetro-modularidad es de -0.604 .

Los *p-values* de los anteriores valores son los siguientes: para la correlación densidad-diámetro es de 0.335 ; para densidad-producción

intelectual es de 0.353 ; para densidad-modularidad de 0.346 ; para modularidad-producción intelectual de $.188$; diámetro-modularidad es de 0.032 ; y diámetro-producción intelectual es de $.035$. En resumen, los *p-values* que reflejan significancia se refieren a las correlaciones de diámetro-modularidad con un valor de -0.604 , y diámetro-producción intelectual, con un valor de $.858$.

La Fig. 4 muestra que existe una relación significativa en la díada diámetro-producción intelectual, ya que tiene un coeficiente de $.858$.

Figura 4. Modelo de relación entre variables a nivel de cátedra



Fuente: elaboración propia.

La Tabla 6 enlista cada una de las diádas, y los coeficientes de relación y de significancia para las variables involucradas.

Tabla 6. Criterios de aceptación en la hipótesis de estudio a nivel de cátedra

Variables involucradas	Coficiente de relación	Significancia
Densidad-producción intelectual	-.190	.353
Diámetro-producción intelectual	.858	.035
Modularidad-producción intelectual	-.316	.188

De esta manera, con base en los resultados de la investigación y los criterios estadísticos anteriormente expresados, es posible concluir que en las métricas globales (densidad, diámetro y modularidad) de la red social de las cátedras de investigación analizadas, únicamente el diámetro está relacionado con la producción intelectual.

CONCLUSIONES

Tal como en estudios previos (Rodan, 2010), los resultados de esta investigación muestran una relación significativa y positiva entre la producción intelectual de los individuos que conforman los grupos o cátedras de investigación, y las métricas de grado y eigenvector. Esta relación puede entenderse en términos de poder. Hanneman y Riddle (2005) sugieren que el poder es directamente proporcional a los lazos adyacentes del actor, es decir, entre más lazos tenga un actor, más poder tiene. De acuerdo con lo anterior, en estos grupos de investigación existen individuos que tienden a ocupar posiciones favorables, y por lo tanto poseen un poder que les permite contar con un capital social robusto. Por ende, cuentan con un mayor número de colaboradores cercanos para realizar sus actividades de producción y divulgación científica (Bontis, 1999).

Además, estos actores de alto prestigio tienen la capacidad de hacer que otros se den cuenta de sus puntos de vista e influyen en la manera de pensar y de hacer las cosas, lo que puede determinar que alrededor de ellos se trabaje con frecuencia en la elaboración de proyectos de investigación y artículos de divulgación científica (Freeman, 1979). Adicionalmente, tienen la posibilidad de elegir con quién colaborar y reciben ofertas continuamente para participar en proyectos de investigación.

La relación intermediación-producción intelectual contrasta con argumentos teóricos y resultados de algunos estudios previos (Klein *et al.*, 2004; Lee, 2009), porque si bien resulta significativa, tiene un bajo nivel de correlación. En particular, la teoría de huecos estructurales (Burt, 2004) argumenta que las redes sociales tienen características distintas: algunas son más densas en su totalidad y algunas son más densas en ciertos subgrupos que las conforman, lo que provoca la creación de agujeros. Tales agujeros estructurales pueden ser ocupados por investigadores que poseen ciertos atributos, y que como resultado de su posición en la red, obtienen beneficios sustanciales, como por ejemplo, acceso y control del flujo de conocimiento (Rodríguez y Mojarro, 2014). Como consecuencia, dichos investigadores tienen un mejor desempeño. En la presente investigación no se identifica el comportamiento esperado, y como consecuencia, es posible asumir que en estas cátedras de investigación no existe un enriquecimiento.

Por otra parte, en el estudio a nivel cátedra los resultados muestran que la única relación encontrada fue diámetro-producción intelectual. Esto revela que cuanto mayor sea el número de miembros que integren las cátedras de investigación, mayores serán las opciones de colaboración, lo que sin duda aumentará las posibilidades de que se realicen publicaciones de divulgación científica. Asimismo, el hecho de contar con un grupo grande de investigación aumenta la posibilidad de que existan miembros que asuman el rol de

agentes energizantes (Adam y Griliches, 1998). Estos individuos son mejores en sus actividades, tienen mejor desempeño e influyen a tal grado en las personas a su alrededor, que éstas también alcanzan mayores niveles de desempeño. En otras palabras, los individuos energizantes incrementan el nivel de desempeño a su alrededor, mejorando los niveles de productividad, que en el caso de los grupos de investigación estudiados, se ve determinado por su producción intelectual (Cross y Parker, 2004).

Queda como reflexión final de este trabajo, ya sea que se esté consciente o no, que las redes sociales forman parte de la vida de las personas, de los grupos y de las organizaciones. Determinan cómo se llevan a cabo las tareas, cómo se da la colaboración entre la fuerza de trabajo y, además, son responsables en cierto grado de promover la innovación. De esta manera, el análisis de redes sociales cobra una función preponderante al proveer herramientas que permitan desarrollar una visión holística del capital relacional, el cual constituye un recurso estratégico fundamental dentro de las organizaciones.

Por todo lo anterior, cada vez son más los administradores, ejecutivos y líderes de grupo que le dan un énfasis mayor a la promoción de redes sociales, ya que tomarlas en cuenta permite la capitalización de sus beneficios, por ejemplo, el fomento de una mayor interconexión entre la fuerza laboral; todo ello lleva a trabajar de manera conjunta en la consecución de mejores resultados, en menor tiempo y con un uso eficiente de recursos. De esta manera, a medida que el concepto de red social sea introducido cada vez más, y se tenga presente en la vida de las organizaciones, se encontrarán nuevas formas de utilizarlas y explotarlas.

En relación a las limitaciones de este estudio, se identifican dos principales. La primera es que, debido a que cada red es diferente en su estructura, y por lo tanto en sus propiedades,

los resultados aquí encontrados no necesariamente son representativos de otras redes de colaboración científica; sin embargo, contribuyen al entendimiento del fenómeno que previamente ha sido abordado en otros artículos de investigación, como se mencionó previamente. La segunda limitación consiste en la medición de la producción intelectual, debido a que al compararse con las medidas de *eigen*vector y grado se observa una cierta tautología. Por esa razón, un trabajo futuro tendría que generar una medida más robusta del desempeño académico, que tome en cuenta otros aspectos relevantes; por ejemplo, en estudios previos se ha encontrado que el desempeño es parcialmente explicado por características individuales como la edad (Cole, 1979) y la disciplina científica (Levin y Stephan, 1991). También se ha relacionado con las características de los grupos de investigación, por ejemplo, con el promedio de edad de los integrantes, su prestigio (Williamson y Cable, 1998) y la interdisciplinariedad (Van Rijnsoever y Hessels, 2011).

Adicionalmente se propone, como futura investigación, incrementar el alcance del estudio actual, es decir, replicar la presente investigación con un mayor número de grupos de investigación, de diversas áreas y ubicaciones geográficas. Esto revelaría con mayor certeza si el patrón que en este trabajo se encontró se repite en los otros grupos de investigación. Por último, se podría enriquecer la presente investigación con un enfoque antropológico. En este nuevo trabajo se observaría la cultura organizacional y los procedimientos de resolución de conflictos que ocurren dentro de los grupos de investigación seleccionados. Cabe la posibilidad de realizar otro estudio similar tomando en cuenta los otros dos criterios que, de acuerdo a la teoría de Hackman (1987), caracterizan a los grupos efectivos: la satisfacción de los miembros y la viabilidad del grupo.

REFERENCIAS

- ABBASI, Alireza, Liaquat Hossain y Loet Leydesdorff (2012), "Betweenness Centrality as a Driver of Preferential Attachment in the Evolution of Research Collaboration Networks", *Journal of Informetrics*, vol. 6, núm. 3, pp. 403-412. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2012.01.002>.
- ADAMS, James y Zvi Griliches (1998), "Research Productivity in a System of Universities", *Annales D'Economie et de Statistique*, vol. 49, núm. 50, pp. 127-162.
- AHUJA, Gautam (2000), "Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A longitudinal study", *Administrative Science Quarterly*, vol. 45, núm. 3, pp. 425-455.
- BONTIS, Nick (1999), "Managing Organizational Knowledge by Diagnosing Intellectual Capital: Framing and advancing the state of the field", *International Journal of Technology Management*, vol. 18, núm. 5, pp. 433-462.
- BORGATTI, Stephen y Rob Cross (2003), "A Relational View of Information Seeking and Learning in Social Networks", *Management Science*, vol. 49, núm. 4, pp. 432-445.
- BORGATTI, Stephen, Martin Everett y Linton Freeman (2002), *Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network analysis*, Harvard, Analytic Technologies.
- BURT, Ronald (1992), *Structural Holes: The social structure of competition*, Cambridge, Harvard University Press.
- BURT, Ronald (1997), "The Contingent Value of Social Capital", *Administrative Science Quarterly*, vol. 42, núm. 2, pp. 339-365. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2393923>.
- BURT, Ronald (2004), "Structural Holes and Good Ideas", *American Journal of Sociology*, vol. 110, núm. 2, pp. 349-399. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/421787>.
- BURT, Ronald (2010), *Neighbor Networks: Competitive advantage local and personal*, Oxford, Oxford University Press.
- COCKBURN, Iain y Rebecca Henderson (1998), "Absorptive Capacity, Coauthoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery", *The Journal of Industrial Economics*, vol. 46, núm. 2, pp. 157-182.
- COLE, Stephen (1979), "Age and Scientific Performance", *American Journal of Sociology*, vol. 84, núm. 4, pp. 958-977.
- COLEMAN, James (1989), *Social Capital in the Creation of Human Capital*, Chicago, University of Chicago Press.
- CRESWELL, John y Clark Vicki Plano (2011), *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, Los Angeles, SAGE Publications.
- CROSS, Robert y Andrew Parker (2004), *The Hidden Power of Social Networks: Understanding how work really gets done in organizations*, Boston, Harvard Business School Press.
- DE FILIPPO, Daniela, Sergio Marugán y Elías Sanz-Casado (2014), "Perfil de colaboración científica del sistema español de educación superior. Análisis de las publicaciones en Web of Science (2002-2011)", *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 37, núm. 4, pp. 1-18.
- DEFAZIO, Daniela, Andy Lockett y Mike Wright (2009), "Funding Incentives, Collaborative Dynamics and Scientific Productivity: Evidence from the EU framework program", *Research Policy*, vol. 38, núm. 2, pp. 293-305.
- DELLI Paoli, Angela y Felice Addeo (2011), "Social Network Research in Strategy and Organization: A typology", *IUP Journal of Knowledge Management*, vol. 9, núm. 3, pp. 74-97.
- DING, Ying (2011), "Scientific Collaboration and Endorsement: Network analysis of coauthorship and citation networks", *Journal of Informetrics*, vol. 5, núm. 1, pp. 187-203. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.008>.
- DUMAINE, Brian (1994), "The Trouble with Teams", *Fortune Magazine*, vol. 130, núm. 5, pp. 86-90.
- EASLEY, David y Jon Kleinberg (2010), *Networks, Crowds, and Markets*, Nueva York, Cambridge University Press.
- ERLANDSON David, Harris Edward, Barbara Skipper y Steve Allen (1993), *Doing Naturalistic Inquiry: A guide to methods*, Newbury Park, Sage.
- FREEMAN, Linton (1979), "Centrality in Social Networks: Conceptual clarification", *Social Networks*, vol. 1, núm. 3, pp. 215-239.
- FREEMAN, Linton, Steven Borgatti y Douglas White (1991), "Centrality in Valued Graphs: A measure of betweenness based on network flow", *Social Networks*, vol. 13, núm. 2, pp. 141-154.
- GARRIDO, Francisco Javier (2004), "El análisis de redes en el desarrollo local", Facultad de Ciencias Políticas y Sociología, Universidad Complutense de Madrid, en: http://pendientedemigracion.ucm.es/info/eurotheo/materiales/hismat/javier_garrido.rtf (consulta: 15 de marzo de 2010).
- GRANOVETTER, Mark (1973), "The Strength of Weak Ties", *American Journal of Sociology*, vol. 78, núm. 6, pp. 1360-1380.
- HACKMAN, Richard (1987), *The Design of Work Teams*, Handbook of Organizational Behavior, Englewood Cliffs, Prentice Hall.

- HANNEMAN, Robert y Mark Riddle (2005), *Introduction to Social Network Methods*, Riverside, University of California, en: <http://www.faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/> (consulta: 10 de octubre de 2012).
- HE, Zi-Lin, Xue-Song Geng y Collin Campbell-Hunt (2009), "Research Collaboration and Research Output: A longitudinal study of 65 biomedical scientists in a New Zealand university", *Research Policy*, vol. 38, núm. 2, pp. 306-317.
- HERNÁNDEZ, Roberto, Carlos Fernández y Pilar Baptista (2006), *Metodología de la Investigación*, México, McGrawHill.
- HOMANS, George (1950), *The Humann Gropus*, London, Routledge & Kegan Paul Ltd.
- KLEIN, Katherine, Beng-Chong Lim, Jessica Saltz y David Mayer (2004), "How do they Get There? An examination of the antecedents of centrality in team networks", *Academy of Management Journal*, vol. 47, núm. 6, pp. 952-963.
- LEE, Robert (2009), "Social Capital, and Business, and Management: Setting a research agenda", *International Journal of Management Reviews*, vol. 11, núm. 3, pp. 247-273. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2370.2008.00244.x>
- LEVIN, Sharon y Paula Stephan (1991), "Research Productivity Over the Life Cycle: Evidence for academic scientists", *The American Economic Review*, vol. 81, núm. 1, pp. 114-132.
- LU, Ren y Torger Reeve (2011), "Guanxi, Structural Hole and Closure", *Journal of Strategy and Management*, vol. 4, núm. 3, pp. 275-288.
- LUUKKONEN, Terttu, Robert Tijssen, Olle Persson y Gunnar Sivertsen (1993), "The Measurement of International Scientific Collaboration", *Scientometrics*, vol. 28, núm. 1, pp. 15-36.
- MARSDEN, Peter (1982), *Brokerage Behavior in Restricted Exchange Networks*, Beverly Hills, Sage.
- McFADYEN, M. Aann y Albert Cannella (2004), "Social Capital and Knowledge Creation: Diminishing returns of the number and strength of exchange relationships", *Academy of Management Journal*, vol. 47, núm. 5, pp. 735-746.
- McSHANE, Stephen y Mary Von Glinow (2010), *Organizational Behavior*, Nueva York, McGraw Hill.
- MIGUEL, Sandra, Lorena Caprile e Israel Jorquera-Vidal (2008), "Análisis de co-términos y de redes sociales para la generación de mapas temáticos", *El profesional de la información*, vol. 17, núm. 6, pp. 637-646.
- MONSALVE, Vicente, Germán Cerdá y José de Andrés (2004), "Diez años de investigación en la Revista de la Sociedad Española del Dolor: análisis de los grupos de trabajo", *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, vol. 11, núm. 6, pp. 27-36.
- OBSTFELD, David (2005), "Social Networks, the Tertius Iungens Orientation, and Involvement in Innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 50, núm. 1, pp. 100-130.
- PERIANES-Rodríguez, Antonio, Carlos Olmeda-Gómez y Félix Moya-Anegón (2008), "Introducción al análisis de redes", *El Profesional de la Información*, vol. 17, núm. 6, pp. 664-669.
- PERKMANN, Markus y Walsh Kathryn (2009), "The Two Faces of Collaboration: Impacts of university-industry relations on public research", *Industrial and Corporate Change*, vol. 18, núm. 6, pp. 1033-1065.
- PORTES, Alejandro (1998), "Social Capital: Its origins and applications in modern Sociology", *Annual Review of Sociology*, vol. 24, núm. 1, pp. 1-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.soc.24.1.1>
- ROBINSON-García, Nicolás, Rosa Rodríguez-Sánchez, José Antonio García, Daniel Torres-Salinas y J. Fernández-Valdivia (2013), "Análisis de redes de las universidades españolas de acuerdo a su perfil de publicación en revistas por áreas científicas", *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 36, núm. 4, pp. 1-16.
- RODAN, Simon (2010), "Structural Holes and Managerial Performance: Identifying the underlying mechanisms", *Social Networks*, vol. 32, núm. 3, pp. 168-179. DOI: 10.1016/j.socnet.2009.11.002
- RODRÍGUEZ, Josep (1995), *Análisis estructural y de redes*, Madrid, Cuadernos Metodológicos.
- RODRÍGUEZ-Aceves, Lucía y Bárbara Mojarro-Durán (2014), "Atributos de actores clave en una red de generación de conocimiento", *Ide@s CON-CYTEG*, vol. 107, núm. 9, pp. 37-47.
- SANZ, Luis (2003), "Análisis de redes sociales: cómo representar las estructuras sociales subyacentes", *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, vol. 7, junio, pp. 21-29.
- SCHERMERHORN, John, James Hunt y Richard Osborn (2008), *Organizational Behavior*, Hoboken, Jhon Wiley & Sons.
- SCOTT, John (1991), *Social Network Analysis. A handbook*, Londres, Sage.
- SHAWN, Marvin (1976), *Group Dynamics: The Psychology of small group behavior*, Nueva York, McGraw Hill.
- SHIPILOV, Andrew (2006), "Network Strategies and Performance of Canadian Investment Banks", *Academy of Management Journal*, vol. 49, núm. 3, pp. 590-604.
- SKYRME, David (1999), *Knowledge Networking: Creating the collaborative enterprise*, Oxford, Butterworth-Heinemann.
- SONNENWALD, Diane H. (2007), "Scientific Collaboration", *Annual Review of Information Science and Technology*, vol. 41, núm. 1, pp. 643-681. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/aris.2007.1440410121>.

- STEERS, Richard y Stewart Black (1994), *Organizational Behavior*, Nueva York, Harper Collins College Pub.
- VAN RIJNSOEVER, Frank y Laurens Hessels (2011), "Factors Associated with Disciplinary and Interdisciplinary Research Collaboration", *Research Policy*, vol. 40, núm. 3, pp. 463-472.
- WASSERMAN, Stanley y Katherine Faust (1994), *Social Network Analysis. Methods and applications*, Cambridge, Cambridge University Press.
- WELLINS, Richard (1992), "Building a Self-Directed Work Team", *Training and Development*, vol. 46, núm. 12, pp. 24-28.
- WILLIAMSON, Ian y Daniel Cable (2003), "Predicting Early Career Research Productivity: The case of management faculty", *Journal of Organizational Behavior*, vol. 24, núm. 1, pp. 25-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/job.178>
- YNALVEZ, Marcus y Wesley Shrum (2011), "Professional Networks, Scientific Collaboration, and Publication Productivity in Resource-Constrained Research Institutions in a Developing Country", *Research Policy*, vol. 40, núm. 2, pp. 204-216. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2010.10.004>
- ZAHHEER, Akbar y Geoffrey Bell (2005), "Benefiting from Network Position: Firm capabilities, structural holes, and performance", *Strategic Management Journal*, vol. 26, núm. 9, pp. 809-825. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.482>
- ZUCKERMAN, Harriet (1967), "Nobel Laureates in Science: Patterns of productivity, collaboration, and authorship", *American Society Review*, vol. 23, núm. 3, pp. 39-403.