



Cooperación científica de la universidad distrital francisco José de caldas entre los años 2011 y 2015: un acercamiento desde el análisis de redes sociales (ARS)

Scientific cooperation of the "Universidad Distrital Francisco José de Caldas" between the years 2011 and 2015, a Network Social Analysis (NSA) approach

Cooperação científica da "Universidade Francisco José de Caldas" entre os anos de 2011 e 2015, uma abordagem sob a perspectiva das Análises de Redes Sociais (ARS)

Jesús David Romero Betancur¹

Fecha de recepción: julio 2016

Fecha de aceptación: noviembre 2016

Para citar este artículo: Romero-Betancur, J.D. (2016). Cooperación científica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas entre los años 2011 y 2015: Un acercamiento desde el análisis de redes sociales (ARS). *Revista Científica*, 27, 365-381. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.27.a6](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.27.a6)

Resumen

El análisis de las redes de cooperación resultado de la coautoría de textos científicos permite una visión diferente del espacio en que se desarrolla la actividad investigativa y las relaciones, formales e informales, conformadas por los investigadores que constituyen capital social para ellos y la institución. Con base en los textos científicos registrados en la plataforma SCIVAL, en los que figura la participación de por lo menos un autor o coautor con filiación a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas², se identifican las redes conformadas por la cooperación institucional en la autoría de dichos textos, identificando para estas y los actores que la componen la modularidad y el grado de cooperación. Se obtiene como resultado principal la relación de las instituciones con las que ha sido más relevante la cooperación durante el periodo analizado.

Palabras clave: análisis de redes sociales (ARS), redes de cooperación, investigación, publicaciones científicas, Gephi.

Abstract

Analysis of cooperation networks formed as a result of the co-authorship of scientific texts allows a different view of space in which research activity and relationships, formal and informal, made up of researchers and constitute social capital for them develops and the institution. Based on those recorded in the SciVal platform scientific texts, which include the participation of at least one author or co-author with affiliation with the University Francisco José de Caldas, the networks made up of institutional cooperation are identified in the authorship of these texts, identifying for these and the actors who compose, modularity and the degree of cooperation, obtaining as main result, the relationship of the institutions with which it has been more relevant cooperation during the period analyzed.

Keywords: Social Network Analysis (SNA), Cooperation Networks, Research, Scientific Publications, Gephi.

¹. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Contacto: jesus.romero@posgrado.economicas.uba.ar
². Se toman los textos publicados de 2011 a 2015.

Resumo

Análise de redes de cooperação formadas como resultado da co-autoria de textos científicos permite uma visão diferente do espaço em que a actividade de investigação e relacionamentos, formal e informal, composta por pesquisadores e constituem o capital social para eles desenvolve ea instituição. Baseado no estejam gravados nos textos científicos plataforma SciVal, que incluem a participação de pelo menos um autor ou co-autor com afiliação com a Universidade Francisco José de Caldas, as redes feitas de cooperação institucional são identificados na autoria destes textos, identificando para eles e os atores que compõem, modularidade e o grau de cooperação, obtendo como resultado principal, a relação das instituições com as quais tem sido uma cooperação mais relevantes durante o período analisado.

Palavras chave: análise de redes sociais (ARS), redes de cooperação, investigação, publicações científicas, Gephi.

Introducción

Las publicaciones científicas figuran como el principal medio para la divulgación y transferencia del conocimiento con el que históricamente ha contado la academia, a su vez estas son resultado de un esfuerzo colaborativo entre investigadores e instituciones (Freitas, Pacheco, Karolkievicz y Sillas, 2012). Esto es importante, teniendo especialmente en cuenta que las publicaciones científicas desarrolladas en cooperación entre diferentes instituciones permiten que la difusión de conocimiento no sea solo un fenómeno local o geográfico sino que se convierta en un fenómeno social (Cowan y Cowan, 2004).

Este documento pretende identificar por medio del análisis de redes sociales (ARS) la estructura de la cooperación científica³ alrededor de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC), con la intención de responder a las preguntas:

¿con qué instituciones se concentra la cooperación académica de la UDFJC? y ¿con qué instituciones es importante priorizar programas de cooperación científica desde la UDFJC? Se busca además que los resultados puedan ser tomados como elemento de apoyo a la planeación institucional, sirviendo como instrumento para la definición de programas de cooperación o la identificación de aliados estratégicos.

Marco de referencia

Teoría de redes sociales

El estudio y teorización de las redes sociales puede ser abordado como una evolución de diferentes corrientes de pensamiento y teorías, entre ellas el comportamiento y la interacción de grupos de individuos. Teniendo en cuenta la importancia de las relaciones formales e informales, el análisis de estructuras sociales mediante modelos gráficos y el uso de las matemáticas, que representan dos principales escuelas de pensamiento. Por un lado, el estructural-funcionalismo antropológico, basada en los estudios de Warner, Gluckman hasta Barnes, Bott y Nadel; y por otro, la teoría de grafos, representada especialmente por Koenig, Cartwright, Zander, Harary, Norman y Bavelas (Lozares, 1996).

Con lo anterior, se puede definir a las redes sociales como la relación dada por un conjunto finito de actores (personas, comunidades, organizaciones, etc. donde la unidad mínima es la persona) y sus relaciones, que se encuentran condicionadas por los recursos, objetivos o intereses compartidos (Freitas *et al.*, 2012; Lozares, 1996; Newman, 2001; Wasserman y Faust, 1995c; Aguirre, 2011, p. 15). Estas relaciones pueden ser con todos o algunos de los demás actores y su configuración puede ser con base en infraestructura física, como una red de telecomunicaciones, o virtuales,

³. Las redes de coautorías han sido abordadas por varios autores en diferentes áreas de conocimiento, entre ellos: (Abbasi y Altmann, 2010; Alexandre-Benavent *et al.*, 2008; Almero Canet, 2011; de Granda-Orive *et al.*, 2009; Favre, Brailly, Chatellet-Irisso y Lazega, 2012; Molina, Muñoz y Domenech, 2002; Ovalle-Perandones, Olmeda-Gómez y Perianes-Rodríguez, 2010; Russell, Madera Jaramillo y Ainsworth, 2009; Valderrama-Zurián *et al.*, 2007; Zazo Rodríguez, Ardinez González y Castro-Martínez, 2015).

como una red de personas compartiendo conocimiento (Cowan y Cowan, 2004).

Lozares (1996) además diferencia claramente entre dos visiones de las teorías de redes. Por un lado, la atomista y atributiva, enfocada en el actor sin considerar el contexto en al que este pertenece, donde se agrupa según la posesión o pertenencia de determinadas características o atributos pero no por las relaciones con los demás actores. Por otra parte, está la visión relacionista, cuyo enfoque central se construye a partir de las relaciones, lazos o vínculos entre los actores, más que en las categorías sociales o atributos que posean.

Las principales métricas utilizadas para el ARS son Pérez Beltrán, Valerio Ureña y Rodríguez-Aceves (2015) y Wasserman y Faust (1995a):

- Grado (*degree*): representa el número de otros actores con los que el actor tiene relación directa.
- *Eigenvector*: “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, en Pérez Beltrán *et al.*, 2015, p. 130)
- Cercanía (*closeness*): representa la distancia que existe entre un actor dado y los demás que conforman la red.
- Intermediación (*betweenness*): representa la dependencia de actores no adyacentes o conectados directamente para comunicarse. Da una idea del control en el flujo de comunicación que ciertos actores pueden tener.
- Densidad: número de relaciones existentes con relación al número de relaciones posibles según el número de nodos.
- Diámetro: distancia máxima entre todos los pares de nodos de la red.
- Modularidad: describe la conformación de subredes o comunidades dentro de la red analizada.

Este tipo de análisis puede ser aplicado en diferentes contextos donde se presenten interacciones entre actores sociales, entre ellos, la revisión de las publicaciones académicas y las cooperaciones en coautorías que estos tengan, con la intención de identificar las propiedades emergentes que se presentan al analizar la interacción de los diferentes actores, autores o instituciones.

Cooperación científica

Las publicaciones científicas son tradicionalmente consideradas como el principal medio de divulgación de los resultados de la actividad investigativa, generados con el objetivo de incrementar el conocimiento científico disponible. Pueden ser desarrollados de manera individual o como resultado de la cooperación entre diferentes actores, por lo cual vale decir que “es construido socialmente, influenciado por los pares que componen estructuralmente la red de relaciones entre las instituciones” (Rossoni, Hocayen-da-Silva y Ferreira Jr., 2008, en Freitas *et al.*, 2012). Cuando las publicaciones son resultado de coautorías esta red de relaciones se fortalece, brindando la posibilidad de sumar experiencias y capacidades de los investigadores, además como lo muestra Freitas (2012, p. 401), existen trabajos de diferentes autores que evidencian el crecimiento de los artículos publicados en forma colaborativa, llegando a representar cerca del 75% del total de publicaciones.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC)

La UDFJC es la institución de educación superior (IES) de carácter universitario, pública de la capital colombiana fundada en 1948⁴. Actualmente cuenta con cerca de 30 000 estudiantes distribuidos en cinco facultades⁵. La actividad científica y

⁴. Véase (UDFJC, s.f.a).

⁵. Facultad de Artes, Facultad de Ciencias y Educación, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Facultad Tecnológica y Facultad de Ingeniería

tecnológica es desarrollada por 251⁶ grupos distribuidos en las diferentes facultades, como se muestra en la Figura 2, de los cuales 112⁷ están reconocidos y clasificados según Colciencias. En la Tabla 1 se muestra la distribución de los grupos según su reconocimiento y categoría ante Colciencias.

Metodología

El presente escrito busca presentar la red de cooperación conformada en torno a la UDFJC, con base en las coautorías de las publicaciones realizadas por investigadores de la UDFJC con otras instituciones entre el 2011 y 2015, indexadas en

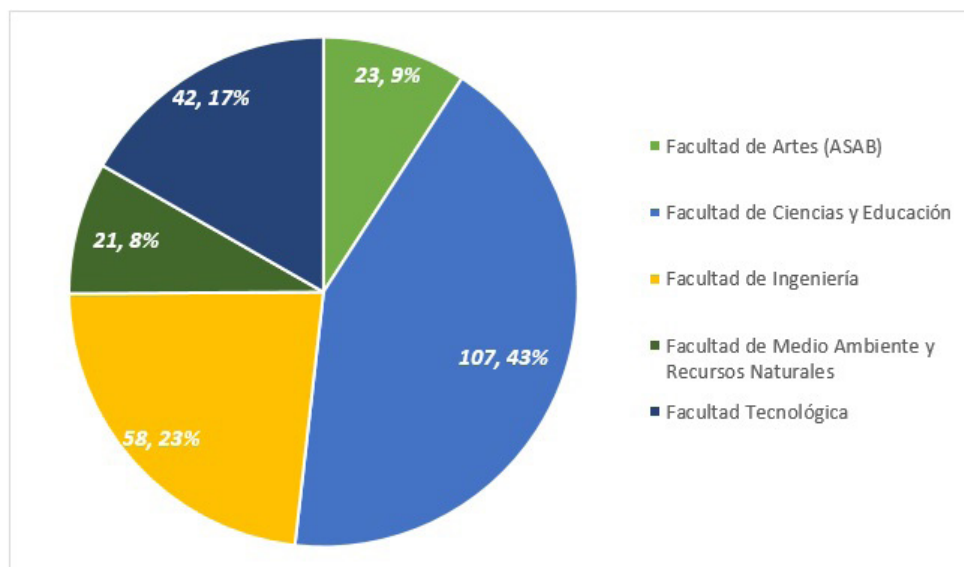


Figura 1: Grupos de la UDFJC por Facultad.

Fuente: Elaboración propia con base a información del CIDC.

Tabla 1. Distribución de los grupos de investigación de la UDFJC según clasificación ante Colciencias.

Facultad	Clasificación					Reconocido	Total reconocidos y clasificados	No reconocido	Total general
	A1	A	B	C	D				
Facultad de Artes (Asab)	0	1	0	3	1	0	5	18	23
Facultad de Ciencias y Educación	0	10	7	26	3	1	47	60	107
Facultad de Ingeniería	3	6	2	14	2	0	27	31	58
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales	1	0	3	6	1	0	11	10	21
Facultad Tecnológica	0	2	2	14	3	1	22	20	42
Total general	4	19	14	63	10	2	112	139	251

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la convocatoria 737 y el CIDC.

- ⁶. Total de grupos registrados ante el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad (CIDC), oficina responsable de: "Reglamentar, promover, controlar, evaluar, y socializar la investigación mediante políticas tendientes al desarrollo y consolidación de esta actividad como función esencial de la Universidad" (UDJFC, s.f.b).
- ⁷. La clasificación de los grupos es resultado de la convocatoria 737 de Colciencias, por parte de la UDFJC se avalaron 168 grupos para la participación en ésta convocatoria.

Scopus. Para esto se toma como fuente de información la plataforma Scival de Elsevier⁸.

Los datos obtenidos de la plataforma Scival fueron revisados para validar que las instituciones que se toman como referencia se encuentren registradas adecuadamente. Inicialmente se tomó el campo de instituciones depurado por la plataforma y con base en este se realizó la revisión de los nombres de las instituciones. Una vez identificadas y depuradas las instituciones se listaron como nodos y la aparición de cada una de estas en un artículo se registró como una conexión entre ellas, nodos de la red.

Una vez generadas las tablas de nodos y arcos respectivamente, se utiliza el software Gephi para obtener los grafos y realizar los calculo respectivos.

Resultados

Investigación y redes de cooperación científica de la UDFJC

Con el fin de identificar las principales redes de cooperación científica entorno a la UDFJC y con base en la información extraída de la plataforma,

se identifica un total de 513 publicaciones en las que al menos uno de los autores pertenece a la UDFJC, de los cuales 67 corresponden a publicaciones de un solo autor y las demás 446 son en coautoría (144 coautorías de la misma institución y 302 de otras instituciones entre nacionales e internacionales). En las figuras Figura 2 y Figura 3, respectivamente, se muestra la cantidad de publicaciones según el tipo de cooperación y la evolución de las misma según si es un solo autor o en coautoría, durante el periodo analizado.

Tomando como base la cooperación directa, para responder en primera instancia a la pregunta ¿con qué instituciones se concentra la cooperación académica de la UDFJC?, se identifican las instituciones con las que se ha dado la publicación de mayor cantidad de textos en conjunto, según se muestra en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida..**

Con la intención de ampliar esta relación de instituciones basado en un criterio diferente, así como abordar la pregunta ¿con qué instituciones es importante priorizar programas de cooperación científica desde la UDFJC?, se propone el uso de ARS como se expone a continuación.

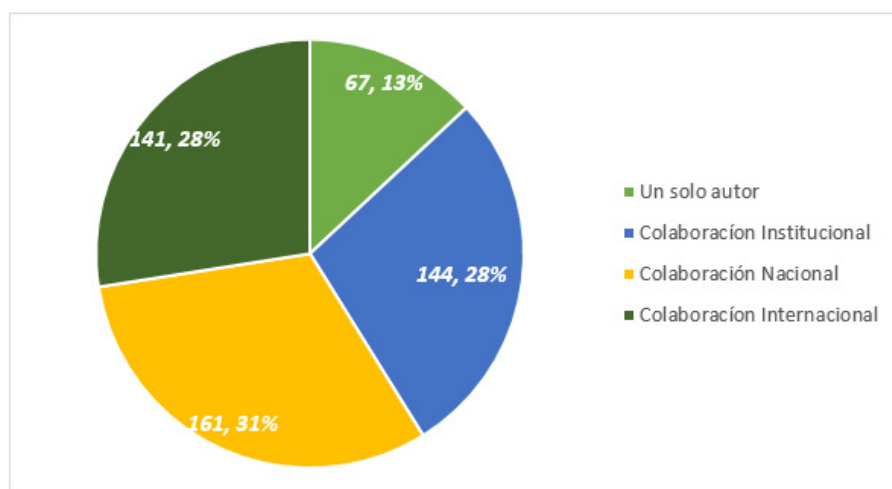


Figura 2. Publicaciones de la UDFJC por tipo de colaboración, internacional, nacional, institucional o sin colaboración, con base en la filiación de los autores.

Fuente: Elaboración propia con base en la información tomada de Scival.

⁸. Véase www.scival.com

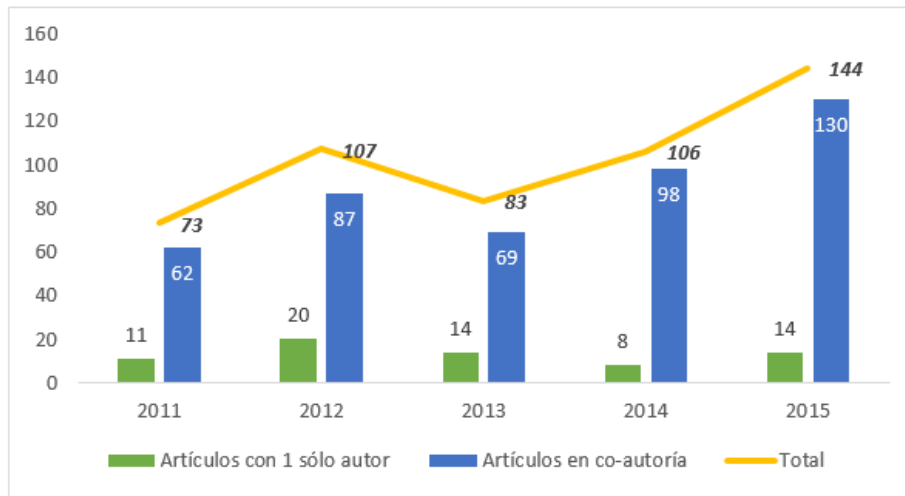


Figura 3: Evolución de las publicaciones de la UDFJC con relación a si es autoría simple o coautoría (2011-2015).

Fuente: Elaboración propia con base en la información tomada de Scival.

Tabla 2. Principales instituciones con las que la UDFJC ha publicado artículos conjuntos.

Institución	Cantidad de publicaciones junto con la UDFJC
Universidad Nacional de Colombia	96
Universitat Politècnica de València	21
Universidad de Los Andes	20
Pontificia Universidad Javeriana	18
Field Museum of Natural History	17
Instituto Politécnico Nacional	9
Universidad de Caldas	9
Universidad Pedagógica Nacional	9
Universidad Pontificia de Salamanca	9
Universidad de La Sabana	7
Universidad Industrial de Santander	6
Universitat de Girona	6
Fundación Universitaria Los Libertadores	5
Universidad de Oviedo	5
Universidad del Valle	5
Aalborg Universitet	4
Ecole Polytechnique de Montreal	4
Universidad Antonio Nariño	4
Universidad de Córdoba	4
Universidad de Jean	4

Fuente: Elaboración propia.

Las 302 publicaciones realizadas con colaboración nacional e internacional representan un total de 2118 interacciones de 230 instituciones (incluyendo a la UDFJC), de las cuales solamente 229 son con la UDFJC y las restantes 1889 son entre las demás instituciones, los vínculos entre las instituciones son de tipo no dirigido, dado que solo hace referencia a la relación de cooperación entre las mismas, sin establecer quién la originó.

En las figuras 4 y 5⁹ se muestran dos redes diferentes que representan la estructura social en la situación descrita (Iacobucci, 1995; Wasserman y Faust, 1995b), una que incluye a la UDFJC como nodo central y las demás instituciones alrededor $G_1(230,2118)$, y la otra red conformada por las 229 instituciones y sus interacciones $G_2(229,1889)$, excluyendo a la UDFJC.

Las redes obtenidas son de tipo uno de acuerdo a la descripción de Wasserman y Faust (1995b), en donde los nodos representan las instituciones y las relaciones (aristas) los artículos publicados en conjunto entre ellas. Además de esta información, se

asigna como peso para cada arista a la cantidad de artículos publicados en conjunto entre las instituciones vinculadas. Por ejemplo, si hay un artículo publicado entre la UDFJC, la Universidad Nacional (UN) y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), y a la vez hay un artículo publicado entre la UDFJC, la UPV, la UN y otra institución, la relación UN-UPV tiene un peso de 2, mientras que las relaciones entre la UN o la UPV y la otra institución solo tendrán un peso de 1.

Con base en un acercamiento nominativo (Wasserman y Faust, 1995d), para el análisis posterior se toma la red compuesta por las instituciones con las que se registra coautoría que excluye a la UDFJC, $G_2(229,1889)$, representada en la Figura 2, y las métricas que se calculan son la modularidad y el grado de intermediación de los actores.

La modularidad se calcula con el fin de identificar los *clusters* o subgrupos existentes. Para la red se obtiene una modularidad de 0,347, generando 51 comunidades que se organizan en 9 subgrupos, como se muestra en la Figura 6. Las instituciones que los componen se detallan en el Anexo 1.

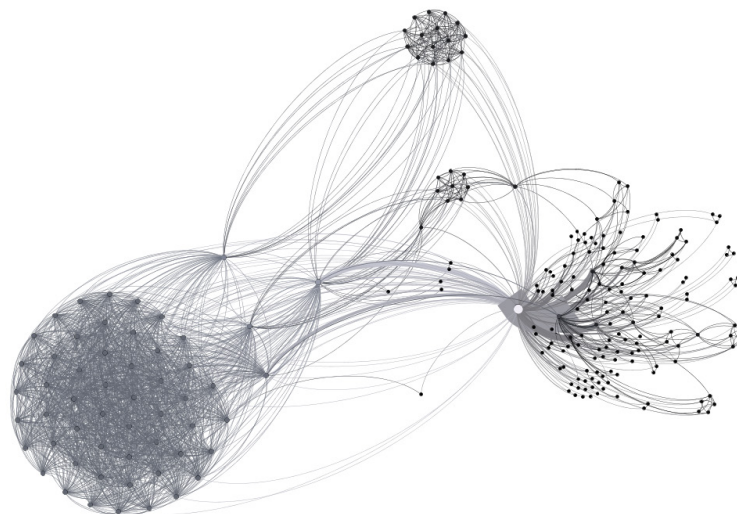


Figura 4: Estructura de la red de cooperación científica de la UDFJC, con base en las instituciones relacionadas en las coautorías.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Scival y utilizando Gephi para la graficación.

⁹ Para graficar y apoyar el análisis de la red obtenida se usa la herramienta Gephi versión 0-9-1.

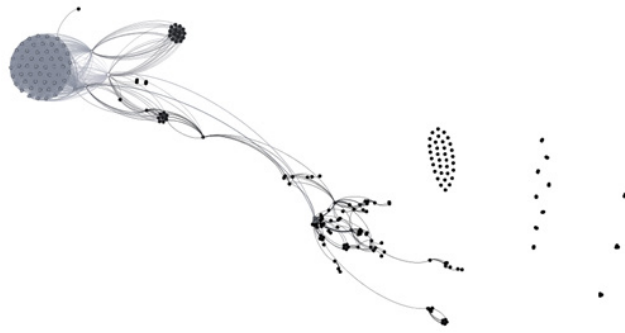


Figura 5: Estructura de la red de cooperación científica de la UDFJC, con base en las instituciones relacionadas en las coautorías, sin la UDFJC.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Scival y utilizando Gephi para la graficación.

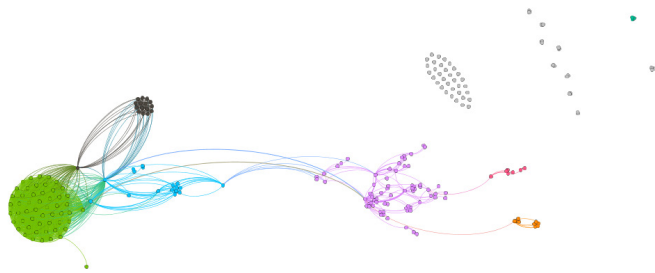


Figura 6: Sub-grupos conformados con base en el cálculo de la modularidad de la red.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Scival y utilizando Gephi para la graficación.

Dada la importancia de los actores centrales en el conjunto de la red, “por ser los intermediarios del acceso a la información y el conocimiento” (Burt, 2010 en: Pérez Beltrán, Valerio Ureña y Rodríguez-Aceves, 2015, p. 131), se calcula el grado de intermediación para cada institución, identificando que las 20 instituciones más importantes por su posibilidad de servir como puente de comunicación con otras instituciones son:

1. Universidad Nacional de Colombia
2. Field Museum of Natural History
3. Universidad de Caldas
4. Pontificia Universidad Javeriana
5. Universidad de Los Andes
6. Universidad del Valle
7. Universitat Politecnica de Valencia
8. University of Wisconsin Madison
9. Universidad Carlos III de Madrid
10. George Mason University
11. Universidad de Oviedo
12. Universitat Politecnica de Catalunya
13. Thailand Ministry of Public Health
14. Universidad de La Sabana
15. University of Amsterdam
16. Universidad Industrial de Santander
17. Universidad del Quindío
18. Aalborg Universitet
19. Fundacion Universitaria Los Libertadores
20. Museum National d'Histoire Naturelle

La Figura 7 muestra la relación entre los intermediarios y los sub-grupos identificados.



Figura 7: Intermediarios en la red de cooperación científica de la UDFJC.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Scival y utilizando Gephi para la graficación.

Conclusiones

Como resultado del ejercicio se obtiene una visión clara del estado actual de la cooperación institucional en términos de producción científica para la UDFJC. El ARS permite identificar las instituciones con las que es importante fortalecer lazos de comunicación basada en un criterio adicional al de la cantidad de publicaciones realizadas en conjunto.

El ARS también permite la diferenciación de grupos específicos de instituciones con las que puede representar mayor interés el establecimiento de diferentes estrategias de cooperación.

El presente trabajo permite identificar las instituciones con las que la cooperación científica es más relevante para la universidad, vista más allá de la cantidad de artículos. Se destacan las instituciones: University of Wisconsin Madison, Universidad Carlos III de Madrid, George Mason University, Universitat Politècnica de Catalunya, Thailand Ministry of Public Health, University of Amsterdam, Universidad del Quindío, Museum National d'Histoire Naturelle, aunque no se tenga un volumen elevado de publicaciones conjuntas, representan una capacidad de interacción en la red académica en torno a la UDFJC que debe ser tenida en cuenta.

Otro aspecto importante a considerar es la relación formal que existe con estas instituciones, al ver si se tiene o no algún convenio de cooperación con ellas. Al revisar las instituciones con las que se cuenta con acuerdos de cooperación firmados desde el Centro de Relaciones Interinstitucionales (Ceri) de la UDFJC como unidad responsable¹⁰, como se muestra en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se encuentra que solamente con 10 de las 28 instituciones con las que en total se considera más relevante a cooperación académica según los artículos identificados, se tiene convenio alguno firmado.

Esto abre una posibilidad aún mayor de cooperación en la búsqueda de conformación de un mayor capital social (García-Valdecasas, 2011) para la universidad.

Además de esto, de forma general es posible concluir que:

- El ARS, al permitir entender el comportamiento de diferentes actores en un contexto dado, puede ser utilizada como herramienta de apoyo en los procesos de toma de decisiones y planificación estratégica en organizaciones de diferente tipo.
- Establecer un criterio para la agrupación de los actores relacionados, instituciones con las que se colabora científicamente en este caso, ofrece a la institución elementos para el fomento de iniciativas dirigidas a grupos específicos.
- Como elementos que permitan complementar al análisis presentado, se pueden incluir variables como la cantidad de visualizaciones de los artículos o de citas que estos han tenido.
- Como ejercicio de planeación en una organización de cualquier tipo, es importante que la identificación de actores clave para la cooperación vaya más allá de considerar las interacciones directas, incluyendo además la identificación de la forma en que las

instituciones, aliados o interesados (*stakeholders*) interactúan entre sí y el potencial que estos canales de comunicación representan.

- El ARS permite, además, identificar el potencial de capital relacional con el que la institución cuenta, a fin de potenciar o enfocar sus esfuerzos para el desarrollo de la actividad científica y académica.

Tabla 3. Instituciones más relevantes para la cooperación científica con la UDFJC con convenio firmado.

Institución	Convenio en el CERI
Universidad Nacional de Colombia	Si
Universitat Politècnica de València	Si
Universidad de Los Andes	Si
Pontificia Universidad Javeriana	Si
Field Museum of Natural History	Si
Instituto Politécnico Nacional	No
Universidad de Caldas	Si
Universidad Pedagógica Nacional	No
Universidad Pontificia de Salamanca	Si
Universidad de La Sabana	No
Universidad Industrial de Santander	No
Universitat de Girona	Si
Fundación Universitaria Los Libertadores	No
Universidad de Oviedo	Si
Universidad del Valle	Si
Aalborg Universitet	No
Ecole Polytechnique de Montreal	No
Universidad Antonio Narino	No
Universidad de Córdoba	Si
Universidad de Jean	Si
University of Wisconsin Madison	No
Universidad Carlos III de Madrid	No
George Mason University	No
Universitat Politècnica de Catalunya	Si
Thailand Ministry of Public Health	No
University of Amsterdam	No
Universidad del Quindío	Si
Museum National d'Histoire Naturelle	No

Fuente: elaboración propia con base en la información publicada por el CERI.

¹⁰. Relación de convenios del Ceri a abril 7 de 2016. Véase la página web del Ceri (<http://ceri.udistrital.edu.co/directorios/convenios>).

Referencias bibliográficas

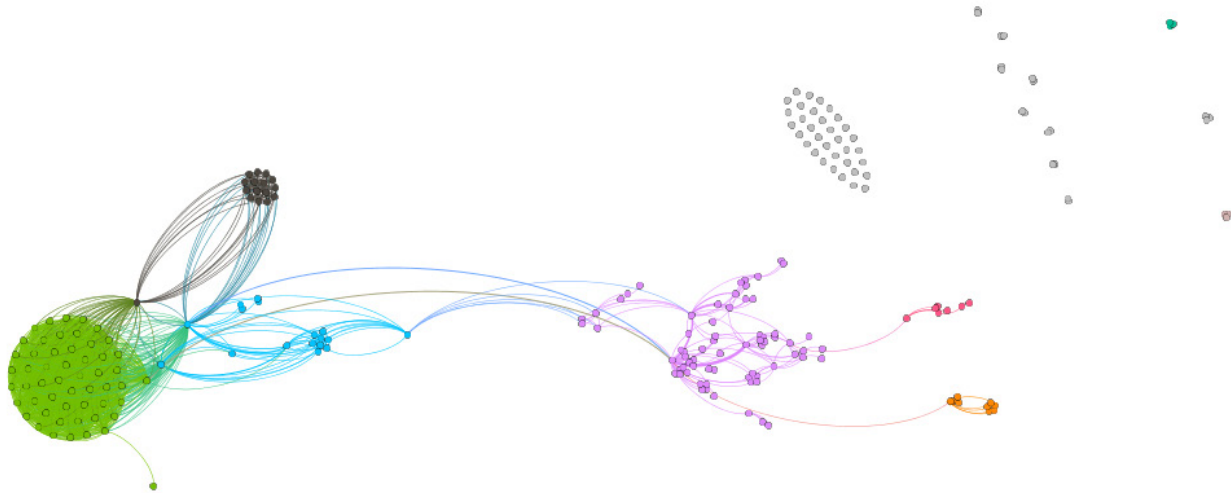
- Abbasi, A., & Altmann, J. (2010). *A social network system for analyzing publication activities of researchers* (No. 2010:58). *Technology Management, Economics and Policy Papers* (Vol. 76). Seoul.
- Aguirre, J. L. (2011). *Introducción al Análisis de Redes Sociales* (Documentos de Trabajo No. 82). *Documentos de Trabajo CIEPP*. Retrieved from <http://www.fahce.unlp.edu.ar/fahce/posgrado/cursos-y-seminarios/cursos-2007/introduccionanalisisderedessociales/semintanaredsoc2007.pdf>
- Aleixandre-Benavent, R., González-Alcaide, G., Alonso-Arroyo, A., Bolaños-Pizarro, M., Castelló-Cogollos, L., & Valderrama-Zurián, J. C. (2008). Redes de coautorías y colaboración institucional en Farmacia Hospitalaria. *Farmacia Hospitalaria*, 32(4), 226–233. [http://doi.org/10.1016/S1130-6343\(08\)75936-1](http://doi.org/10.1016/S1130-6343(08)75936-1)
- Almero Canet, A. (2011). *La colaboración interinstitucional en la producción científica española en enfermería: indicadores bibliométricos y análisis de redes sociales*. Universidad de Valencia. Retrieved from [http://digital.csic.es/bitstream/10261/44837/1/Trabajo Máster A Almero Digital CSIC.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/44837/1/Trabajo_Máster_A_Almero_Digital_CSIC.pdf)
- Cowan, R., & Cowan, R. (2004). Network models of innovation and knowledge diffusion * University of Maastricht. *MERIT- Informatics Research Memorandum Series*, (16), 0–29.
- de Granda-Orive, J. I., Villanueva-Serrano, S., Aleixandre-Benavent, R., Valderrama-Zurián, J. C., Alonso-Arroyo, A., García Río, F., ... González Alcaide, G. (2009). Redes de colaboración científica internacional en tabaquismo: análisis de coautorías mediante el Science Citation Index durante el periodo 1999-2003. *Gaceta Sanitaria*, 23(3), 34–43. <http://doi.org/10.1016/j.gaceta.2008.05.002>
- Favre, G., Brailly, J., Chatellet-Irisso, J., & Lazeaga, E. (2012). De la relación inter-individual a la relación inter-organizacional: Un análisis de redes multinivel de un mercado de programas de televisión en África subsahariana. (Spanish). *Redes: Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 23(1), 113–145. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93124885006>
- Freitas, E. M., Pacheco, V., Karolkiewicz, R. M., & Sillas, E. P. (2012). Cooperación Académica: Análisis De Publicaciones En Eventos Científicos Sobre Enseñanza Y Pesquisa En Contabilidad. *Revista de Educação E Pesquisa Em Contabilidade*, 6(4), 399–418. Retrieved from <http://www.doaj.org/doi?func=abstract&id=1205799> <http://www.doaj.org/doi?func=fulltext&aid=1205799>
- García-Valdecasas, J. I. (2011). Una definición estructural de capital social. *Redes: Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 20(6), 132–160.
- Iacobucci, D. (1995). Graphs and Matrices. In S. Wasserman & K. Faust (Eds.), *Social Network Analysis: Methods and Applications* (pp. 92–166). Cambridge University Press.
- Lozares, C. (1996). La teoría de redes sociales. *Papers: Revista de Sociología*, (48), 103–126. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.5565/revpapers/v48n0.1814>
- Molina, J. L., Muñoz, J. M., & Domenech, M. (2002). Redes de publicaciones científicas: un análisis de la estructura de coautorías. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 1(3), 1–15. Retrieved from http://revista-redes.rediris.es/html-vol1/vol1_3.htm
- Newman, M. E. J. (2001). Scientific collaboration networks: I. Network construction and fundamental results. *Physical Review E*, 64(1), 1–8. <http://doi.org/10.1103/PhysRevE.64.016131>
- Ovalle-Perandones, M. A., Olmeda-Gómez, C., & Perianes-Rodríguez, A. (2010). Una aproximación al análisis de Redes egocéntricas de colaboración interinstitucional. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 19(1), 168–190. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93117224008>

- Pérez Beltrán, J. E., Valerio Ureña, G., & Rodríguez-Aceves, L. (2015). Análisis de redes sociales para el estudio de la producción intelectual en grupos de investigación. *Perfiles Educativos*, 37(150), 124–142. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982015000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Russell, J. M., Madera Jaramillo, M. J., & Ainsworth, S. (2009). El análisis de redes en el estudio de la colaboración científica. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 17(2), 39–47.
- Valderrama-Zurián, J. C., González-Alcaide, G., Valderrama-Zurián, F. J., Aleixandre-Benavent, R., & Miguel-Dasit, A. (2007). Redes de coautorías y colaboración institucional. *Revista Española de Cardiología*, 60(2), 117–130.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1995a). Centrality and Prestige. In *Social Network Analysis: Methods and Applications* (pp. 169–215). Cambridge University Press.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1995b). Notation for Social Network Data. In *Social Network Analysis: Methods and Applications* (pp. 69–89). Cambridge University Press.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1995c). Social Network Analysis in the Social and Behavioral Sciences. In *Social Network Analysis: Methods and Applications* (pp. 3–27). Cambridge University Press.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1995d). Social Network Data: Collection and Applications. In *Social Network Analysis: Methods and Applications* (pp. 28–66). Cambridge University Press.
- Zazo Rodríguez, Á. F., Ardinez González, S., & Castro-Martínez, E. (2015). *Redes de colaboración de las unidades de investigación de la Universidad de Panamá: investigación, desarrollo e innovación. REDES - Revista hispana para el análisis de redes sociales* (Vol. 26). <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.5565/rev/redes.539>



Anexos

Anexo 1. Relación de instituciones por sub-grupo



Sub-grupo	Color de etiqueta	Instituciones
1		Aalborg Universitet Christian-Albrechts-Universitat zu Kiel City University of Hong Kong Colegio de Estudios Superiores de Administracion (CESA) Colegio Mayor de Nuestra Senora del Rosario Consultora Independiente Escuela Colombiana de Ingenieria Julio Garavito Fundacion Ornitologica del Quindio and Corporacion Autonoma Regional del Quindio (CRQ) Fundacion para la Investigacion y Conservacion de Especies Nativas Neotropicales Continentales y Ocea Fundacion Universitaria del Area Andina Fundacion Universitaria Konrad Lorenz Fundacion Universitaria Monserrate Grupo de observadores de aves -Los Turpiales- Harvey Mudd College Housing and Territorial Development IFSTTAR - French institute of science and technology for transport Intelligent Internet Research Group Investigadora independiente Laboratory for Automation LUNAM Univ. Mathematical Modelling Applied to Industry (MMAI) Research Group Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Museo de La Plata Muzeum Zoologiczne Politecnico di Torino Pontificia Universidad Javeriana Regeneracion Ltda Scarabaeinae Research Network - ScarabNet The Royal Institute of Technology (KTH) Universidad America

Sub-grupo	Color de etiqueta	Instituciones
1		Universidad Antonio Nariño Universidad Autónoma de Chihuahua Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Universidad Autónoma Metropolitana Universidad Católica de Ávila Universidad Católica de Colombia Universidad de América Universidad de Antioquia Universidad de Cantabria Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales Universidad de La Sabana Universidad de La Salle Universidad de Los Andes Universidad de Medellín Universidad de san Buenaventura Universidad del Atlántico Universidad del Quindío Universidad del Valle Universidad ECCI Universidad Industrial de Santander Universidad Jaume I Universidad Nacional Autónoma de México Universidad Nacional de Colombia Universidad Pedagógica Nacional Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Universidad Piloto de Colombia Universidad Veracruzana Universidade Federal de Vicosa Universidades de Cantabria y País Vasco Universitat Politècnica de Catalunya Universite Laval University of Amsterdam University of Bristol University of Leicester University of Lincoln University of Puerto Rico University of Texas at Dallas Utrecht University
2		A.M.B. Gruppo Micologico Forlivese -Antonio Cicognani- Academy of Sciences of the Czech Republic Aix Marseille Universite Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences Beijing Forestry University Central Department for Quality Assurance and Analytics Chonnam National University Dali University Environmental & Rural Sciences (IBERS) Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil Freie Universitat Berlin Goteborgs Universitet Guilin Medical University Guizhou Academy of Agricultural Sciences Guizhou University Hans-Knoll-Institute (HKI) Helmholtz Centre for Infection Research (HZI) Helsingin Yliopisto Hirosaki University INRA Bordeaux-Aquitaine Institute of Animal Physiology and Genetics of the Academy of Sciences of the Czech Republic

2		<p> Institute of Biological Institute of Microbiology Chinese Academy of Sciences Iranian Research Organization for Science and Technology Iwate University Jodrell Laboratory Kew King Saud University College of Science Kunming Institute of Botany Chinese Academy of Sciences Kunming University of Science and Technology Las Muros Mae Fah Luang University Manaaki Whenua - Landcare Research Musee National d'Histoire Naturelle Luxembourg Museum fur Naturkunde Museum National d'Histoire Naturelle National Taipei University of Education National Taiwan Ocean University Natural History Museum Naturhistoriska riksmuseet Royal Botanic Gardens Shenyang Institute of Applied Ecology Chinese Academy of Sciences Sohag University Southern Federal University Thailand National Center for Genetic Engineering and Biotechnology Universidad de Caldas Universidad Rey Juan Carlos Universidade Federal de Pernambuco Universita degli Studi di Torino Universitas Andalas Universitat Bayreuth University of Mauritius University of Washington Seattle </p>
3		<p> Centro de Ciencias Biologicas da UFPE Charles Darwin Foundation Field Museum of Natural History George Mason University Instituto de Botánica de Sao Paulo Instituto Nacional de Biodiversidad Costa Rica Northeastern Illinois University Universidad Católica Boliviana San Pablo Universidad Central de Venezuela Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco Universidad Nacional Federico Villarreal Universidade Federa Do Rio Grande Do Norte Universidade Federal de Mato Grosso do Sul University of Chicago University of Pennsylvania University of Wisconsin Madison Wladyslaw Szafer Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences </p>

4		ABL Herbarium Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem Chiang Mai University Institute of Systematic Botany Instituto de Botanica del Nordeste Kasetsart University Liaocheng University Lichenologisches Institut Neumarkt Maharakham University Ossastrasse 6 Ramkhamhaeng University Thailand Ministry of Public Health Universidade Federal de Sergipe Universitat Regensburg University of Sri Jayawardenepura USDA Forest Service International Institute of Tropical Forestry
5		CINVESTAV-Departamento de Nanociencia Y Nanotecnologia Developmet Team Instituto Politecnico Nacional Johann Wolfgang Goethe Universitat Frankfurt am Main UCL Universidad de la Laguna Universidad Politécnica de Cartagena Universitat de Valencia Universitat Politécnica de Valencia
6		Fundacion Universitaria Los Libertadores Universidad Carlos III de Madrid Universidad de Alcalá Universidad de Jaén Universidad de Oviedo Universidad Libre Universidad Pontificia de Salamanca
7		Agrocampus Rennes Centre Hospitalier Universitaire de Rennes Universite de Rennes 1
8		Corporacion Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) Instituto Superior de Agronomía Technical University of Lisbon
9		Corporacion Universitaria Del Meta -UNIMETA Direccion General Marítima DIMAR Ecole Polytechnique de Montreal Fundación Natura Colombia Indian Institute of Technology Institute of Computer Science of the Academy of Sciences of the Czech Republic Institute of Telecommunications and Multimedia Applications ITEAM Instituto de Automatica e Informatica Industrial Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazonia Kanpur Network TV Ontida Systems Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Servicios Digitales de Informacion y Comercio S.A. Smart Green Holding SPT Ingenieria Ltda Tecnologico Nacional de Mexico (Sede Victoria) Texas A and M University Universidad Autonoma de Colombia Universidad Central

9		Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca Universidad Cooperativa de Colombia Universidad de Cordoba Universidad de Granada Universidad de Pamplona Universidad de Salamanca Universidad de Tarapaca de Arica Universidad del Cauca Universidad del Tolima Universidad del Valle de Guatemala Universidad EAFIT Universidad ECCL/Coordinacion de Biomedica Universidad El Bosque Universidad Internacional de La Rioja Universidad Militar Nueva Granada Universidad Publica de Navarra Universidad Santo Tomas Universidad Sergio Arboleda Universidade Estadual de Campinas Universidade Federal de Santa Catarina Universitat Autonoma de Barcelona Universitat de Barcelona Universitat de Girona Universitat Leipzig Universitat Rovira i Virgili Universite de Montreal Universite Paris 13 Universiti Teknologi MARA University of Illinois at Urbana-Champaign University of Memphis University of South Florida Tampa University of Twente Western Michigan University
---	--	---