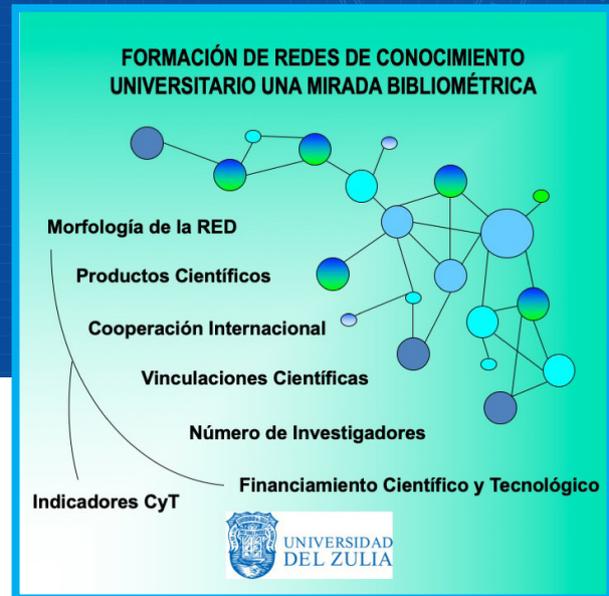


Formación de redes de conocimiento universitario una mirada bibliométrica

Andreina Sirit

Universidad del Zulia (LUZ)

Contacto: asirit9@gmail.com



RESUMEN

El presente estudio consiste en la presentación de una serie de datos recopilados dentro del programa Gephi y procesado en el programa EXCEL, para formar una red de conocimiento entre departamentos y laboratorios pertenecientes a universidades, instituciones públicas de CyT y empresas. Así mismo, la base de datos empleada son artículos publicados en revistas nacionales obteniéndose resultados como: la distribución de las vinculaciones institucionales, la distribución de los productos científicos e investigadores, fuente de financiamiento de la red y países de cooperación internacional, dentro del caso de estudio: La Universidad del Zulia (LUZ), Facultad Experimental de Ciencias (FEC), Departamento de Física (DF).

ABSTRACT

The present study consists of the presentation of a series of data collected within the Gephi program and processed in the EXCEL program, to form a knowledge NETWORK between departments and laboratories belonging to universities, public S&T institutions and companies. Likewise, the database used are articles published in national journals, obtaining results such as: the distribution of institutional links, the distribution of scientific and research products, source of financing for the NETWORK and countries of international cooperation within the case study: The University of Zulia, Experimental Faculty of Sciences, Department of Physics.

Palabras clave: Red de conocimiento, bibliometría, vinculaciones científicas, productos científicos, cooperación internacional.

INTRODUCCIÓN

Se presenta un estudio del cómo abordar la estructura de una red de conocimiento basada en bibliometría como una herramienta científica para estudiar la generación de productos científicos, cooperación internacional, financiamiento, entre otros. Para el levantamiento de indicadores cuantitativos y cualitativos en áreas estratégicas de la nación, las mismas, permiten la toma de decisiones y el diseño de políticas públicas en el marco de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Así mismo, se presenta un caso de estudio: La Facultad Experimental de Ciencias y su Departamento de Física de La Universidad del Zulia, la cual, tiene un funcionamiento basado en un modelo mecanicista donde prima la división del trabajo, la especialización de sus investigadores, la organización basada en sistemas racionales, estructuras jerárquicas con departamentos, funciones de coordinación y supervisión rígidas. Estas características hacen una dinámica de organización con una difícil velocidad de reacción adecuada ante los cambios bruscos del entorno. De allí que los estudios de su red de conocimiento permite que sus investigadores puedan sistematizar, optimizar y concretar decisiones obteniendo las formas de intercambio con el ambiente, recibiendo insumos, cumpliendo normativas externas y generando productos y servicios.

Por lo que, la red de conocimiento levantada permite dar cuenta de estrategias de alianzas entre los actores debido a la fortaleza del vínculo, cooperación internacional, distribución de productos, sobre el desenvolvimiento de las actividades de investigación y desarrollo mediante la observación de indicadores de ciencia y tecnología recopilados por los productos de investigación publicados en Revistas de (LUZ) y Revistas Nacionales en el periodo de años: 2012-2020.

METODOLOGÍA

Respecto a la metodología de este estudio se considera la interacción u acercamiento institucional que denominaremos vinculación científica entre un conjunto de actores investigadores que se mueven dentro de instituciones u empresas en el ámbito científico y tecnológico conformando una red de conocimiento, debido a que comparten saberes al momento de realizar un producto científico. Para ello, se toma una base de dato de artículos de investigación amplia donde se tiene de insumo a los investigadores participantes, la institución a la que pertenecen y el origen del financiamiento y otros, tal que, por la repetibilidad e interacción de los datos se logran formar una red y procesar resulta-

dos. Así mismo, se aplica una red no dirigida con nodos que expresan en su dimensión la cantidad de productos de investigación entre instituciones (a mayor grosor del nodo mayor será la cantidad de publicaciones) y el peso del vínculo o arista que representa la cantidad de investigadores participantes en la producción científica entre nodos (a mayor grosor de la arista mayor será el número de investigadores afiliado a una institución). Se aplica un modelado matemático basado en teorías y estudios de redes y conjuntos, seguido de la aplicación de un tratamiento de un programa computacional (Gephi y EXCEL), aplicado a un caso de estudio para dar respuestas a las preguntas de investigación.

ORIGEN DE LOS DATOS

Los datos pertenecen a los 99 artículos publicados en las revistas: Ciencia, Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, Divulgaciones Matemáticas, La Universidad del Zulia, Multiciencias, Kasma y la Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería publicados en la biblioteca digital Revicyhluz de La Universidad del Zulia, Venezuela, durante los años 2012-2020 en la dimensión local. Mientras, que en la dimensión Nacional se realizó la consulta y anexo de artículos publicados en la: Revista electrónica Quimera, Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa, Ecotrópicos, Ecodiseño y Sostenibilidad, Ciencia e Ingeniería, Avances en Química y Notas Matemáticas, pertenecientes al área de las Ciencias Exactas y Naturales dentro de Saber. ula.ve portal de la Universidad de los Andes. Sin embargo, para la dimensión internacional se tomó un sesgo de 30% de artículos publicados fuera del país, según los datos que maneja el Sistema de Información Redalcyc, Red de Revistas Científicas de la Universidad del Zulia. De forma, que los datos representan una muestra equivalente al 70% de artículos publicados por La Universidad del Zulia, Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Física sobre la base total del sesgo nacional e internacional.

DEFINICIÓN O MODELADO DE LA RED

Un grafo G es un conjunto de nodos y enlaces, para un Grafo (N, g) :

Dado un set de nodos (vértices, individuos, etc) $N=\{1, \dots, n\}$; y una matriz $n \times n$ (g) donde g_{ij} representa la relación entre i y j , siendo $g: \text{¿intensidad?} \rightarrow$ matriz con 0 y 1 entre los Reales "R".

Consideramos para las redes de conocimiento de la FEC y DF y en general un Grafo simple no dirigido, $G(N,E)$, es un par de conjuntos $N \neq \emptyset$ y E . N es un conjunto de elementos $N=\{n_1, n_2, \dots, n_N\}$ llamados nodos institucionales. Los elementos de $E=\{e_1,$

e_2, \dots, e_M son pares no-ordenados de elementos distintos de N , llamados enlaces, ver Figura 1 y 2.

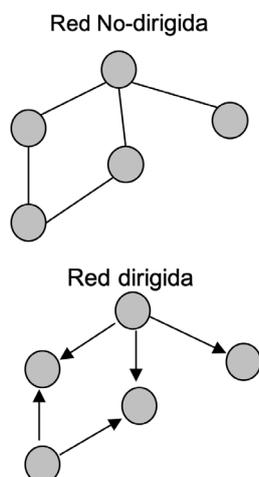


Figura 1: Tipos de Red de Conocimiento.



Figura 2: Estructura de la Red de Conocimiento.

Igualmente, debido a la variedad de instituciones y empresas presentes en la muestra de artículos tomados se clasificaron bajo una nomenclatura referencial para los grafos de la red desde una mirada científica tecnológica (ver Tabla 1).

Tabla 1: Nomenclatura de los nodos de la RED.

A: Laboratorio o unidad de investigación perteneciente a una universidad nacional o pública.
B: Laboratorio o unidad de investigación perteneciente a una institución de ciencia y tecnología.
D: Laboratorio o unidad de investigación perteneciente a una universidad extranjera.
F: Laboratorio o unidad de investigación perteneciente a la Facultad Experimental de Ciencias (FEC).
H: Laboratorio o unidad de investigación perteneciente al Departamento de Física (DF) de la (FEC) de La Universidad del Zulia (LUZ).
L: Laboratorio o unidad de investigación perteneciente a la Universidad del Zulia (LUZ).
Fs: Laboratorio o unidad de investigación perteneciente a la Facultad Experimental de Ciencias (FEC) que no se vincula.
E: Empresa

Así mismo, conviene señalar una propiedad de la red que da forma al tratamiento de los datos computarizados, como es el grado de un nodo que consiste en el número de enlaces incidentes determinados por la siguiente ecuación:

$$K_i = \sum_{j=1}^N A_{ij} \quad (1)$$

También, se tiene cada *enlace* con dos extremos bajo los términos:

$$2M = \sum_{i=1}^N K_i \quad (2)$$

Por lo que:

$$M = \frac{1}{2} \sum_{i,j} A_{ij} \quad (3)$$

Donde el grado medio es igual a:

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i = \frac{2M}{N} \quad (4)$$

Finalmente, el grado medio trata de la sumatoria del peso de cada nodo entre el número de nodos multiplicado por 2, ver ecuación (3) y (4).

GRAFOS DE LA RED DE CONOCIMIENTO

A continuación se presenta el grafo de la distribución de productos científicos (FEC) y (DF), vs. vinculaciones (vinc), años: 2012-2014, (ver Figura 3). Donde predominan las siguientes instituciones:

- Departamento de Física, (DF): 11 vinc.
- Laboratorio de Petroquímica y Surfactantes.
- Dpto. de Química, (FEC), (LUZ): 7 vinc.
- Escuela de Bioanálisis, Facultad de Medicina, (LUZ): 10 vinc.
- Laboratorio de Citogenética, Departamento de Biología, (FEC), (LUZ): 6 vinc.
- Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas (INZIT): 6 vinc.
- Centro de Investigaciones Químicas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, (UC): 5 vinc.
- Laboratorio de Microorganismos Fotosintéticos, Departamento de Biología, (FEC), (LUZ): 8 vinc.

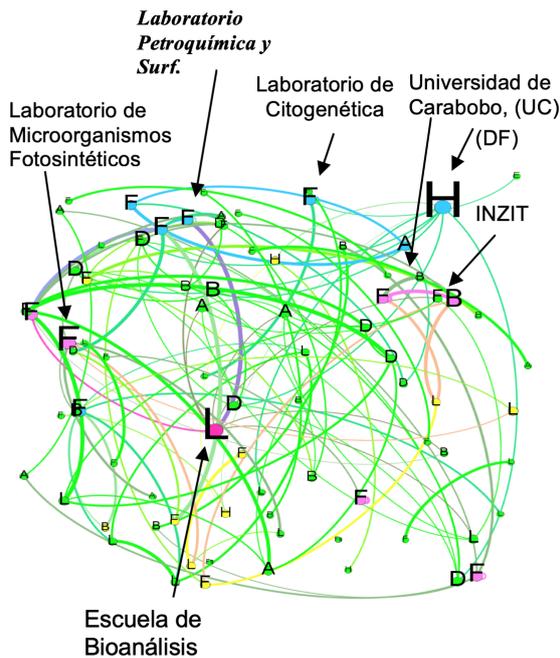


Figura 3: Distribución de Productos Científicos FEC y DF, vs. vinculaciones, años: 2012-2014.

Tabla 2: Colorimetría de los productos del grafo de la red, años: 2012-2014.

Color	Cant. Productos	Porcentaje
Verde	1	71,08 %
Amarillo	2	12,05 %
Celeste	3	8,43 %
Rosa Claro	4	7,23 %
Rosa Fuerte	5	1,2 %

Así mismo, se nota que el desenvolvimiento en la generación de productos gira en torno al valor 1 en toda la red (ver Tabla 2), mientras que la escuela de bioanálisis de la (FEC) posee 5 productos y el DF llega al valor de 3 productos en dicho periodo.

Por otro lado, se tiene el grafo de productos científicos (FEC) y (DF), vs. vinculaciones (vinc), años: 2015-2017, (ver Figura 4). Donde se destacan las siguientes instituciones:

- Centro de Modelado Científico (CMC). Departamento de Física, FEC, (LUZ): 9 vinc.
- Centre for Tropical Water and Aquatic Ecosystem Research - TropWATER, University, Townsville, Australia: 7 vinc.
- Laboratorio de Ecología General, Departamento de Biología, FEC, (LUZ): 7 vinc.
- Bacteriología General, Escuela de Bioanálisis, Facultad de Medicina, (LUZ): 9 vinc.
- Laboratorio de Sistemática de Invertebrados Acuáticos (LASIA), Departamento de Biolo-

- gía, (FEC), (LUZ): 7vinc.
- Bacteriología Clínica, Escuela de Bioanálisis, Facultad de Medicina, (LUZ): 9 vinc.

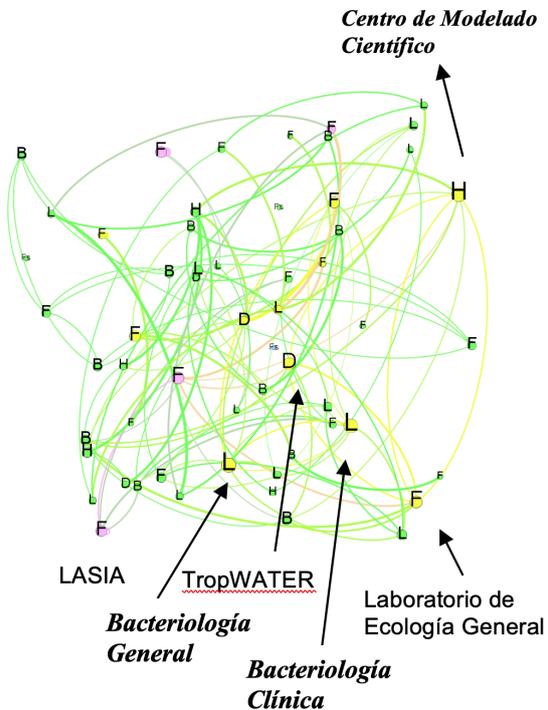


Figura 4: Distribución de Productos Científicos FEC y DF, vs. vinculaciones, años: 2015-2017.

Tabla 3: Colorimetría de los productos del grafo de la red, años: 2015-2017.

Color	Cant. Productos	Porcentaje
Verde	1	71,93 %
Amarillo	2	19,3 %
Rosa Claro	3	7,02 %
Celeste	4	1,75 %

Igualmente, que el periodo anterior se observa que el desenvolvimiento en la generación de productos gira en torno al valor 1 en toda la red (ver Tabla 3 y Figura 4), mientras que existe potencial por parte de la (LUZ) para generar mínimo 2 productos al año por laboratorio o dependencia, coincidente con el centro de modelado científico que pertenece al (DF).

También, se presenta el grafo de la distribución de productos científicos (FEC) y (DF), vs. vinculaciones (vinc), años: 2018-2020, (ver Figura 5). Donde predominan las siguientes instituciones:

- Laboratorio de Ecología General, Departamento de Biología, FEC, (LUZ): 6 vinc.
- Centre for Tropical Water and Aquatic

Ecosystem Research - TropWATER, University, Townsville, Australia: 6 vinc.

- Centro de Modelado Científico (CMC), FEC, (LUZ): 6 vinc.

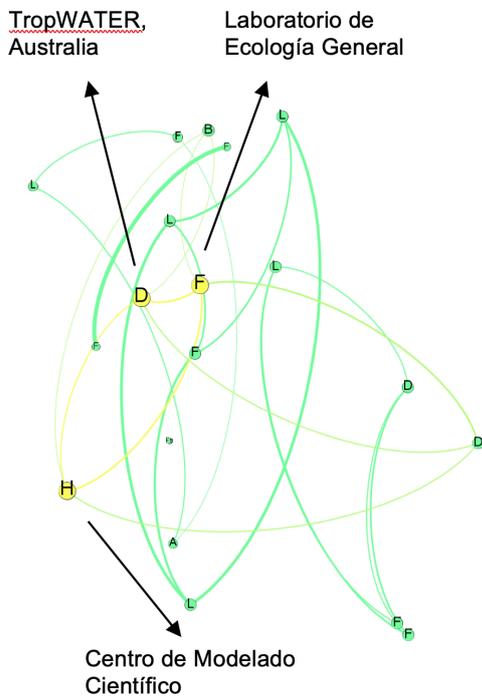


Figura 5: Distribución de Productos Científicos FEC y DF, vs. vinculaciones, años: 2018-2020.

Tabla 4: Colorimetría de los productos del grafo de la red, años: 2018-2020.

Color	Cant. Productos	Porcentaje
Verde	1	84,21 %
Amarillo	2	15,79 %

Así mismo, se observa un decrecimiento de las publicaciones y de la sinergia institucional de las organizaciones, la cual, puede atribuirse al decrecimiento de la actividad científica que experimenta Venezuela por el bloqueo internacional que conlleva a la migración de científicos a otros países. No obstante, mínimo predomina 1 producto de investigación por año donde el centro de modelado científico mantiene la misma relación del periodo anterior de 2 productos por periodo en promedio, (ver Tabla 4 y Figura 5).

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Sobre el tratamiento estadístico de los datos se tomó para cada RED en los distintos periodos de

años toda la muestra donde se calculó en las variables seleccionadas (Ejemplo: vinculaciones, productos, autores y financiamiento) los valores de la frecuencia relativa (h) que equivale a la razón de las frecuencias de cada intervalo sobre la totalidad de los datos (n o N, dependiendo del caso y se multiplicó por cien, donde la suma es igual al 100%, así se menciona que la ecuaciones características corresponde a: $h = f / n$, desde 1 hasta el 100%.

RESULTADOS

Los resultados son objeto intrínseco a los grafos en el programa Gephi y/o extrínsecos al tratamiento estadístico en el programa EXCEL, por lo que, se obtienen los siguientes gráficos:

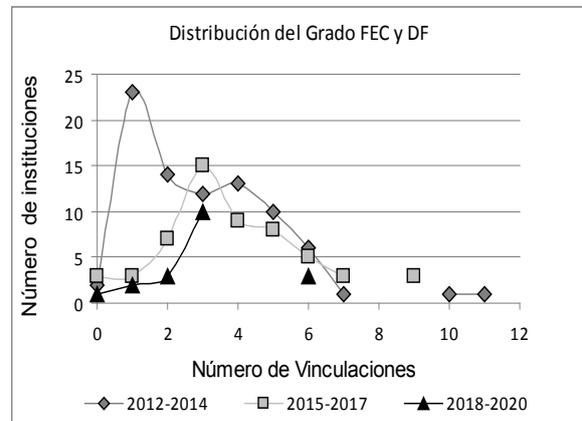


Figura 6: Distribución del grado de la red de conocimiento FEC y DF, años: 2012-2020.

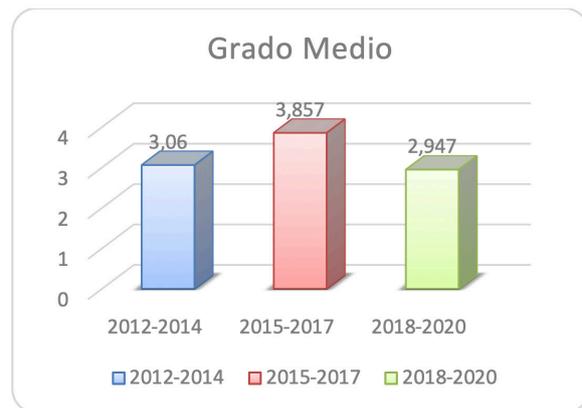


Figura 7: Grado medio de la red de conocimiento FEC y DF, años: 2012-2020.

Respecto a la distribución del grado de la red concerniente a FEC y DF es decreciente, es decir, el número de instituciones dentro de la red decrece con el número de vinculaciones que repercute en la producción científica (ver Figura 6). Igualmente, el promedio de vinculaciones por nodo será igual a "3" para el periodo de años: 2012-2020 (ver Figura 7).

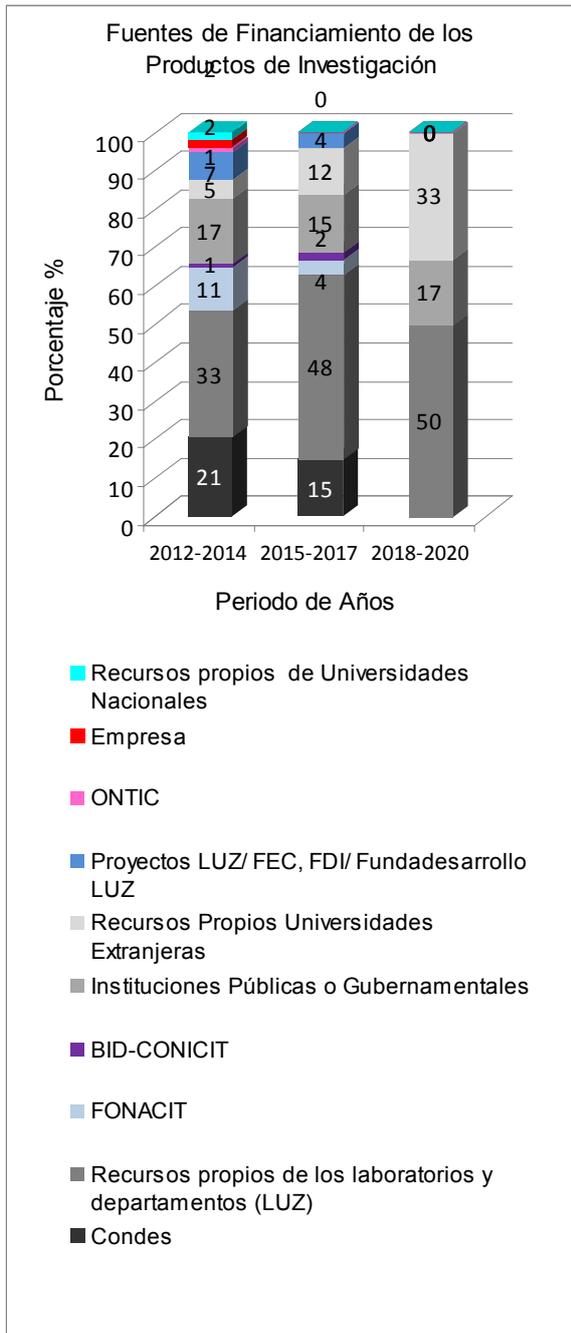


Figura 8: Fuentes de Financiamiento de los Productos de Investigación de la red FEC y DF, años: 2012-2020.

Por otro lado, los financiamientos de las instituciones u empresas (nodos) de la red quedan delimitados en su mayoría por recursos propios de las instituciones públicas o gubernamentales, es decir, el estado es el que mayor invierte en el desarrollo de investigación científica y tecnológica (ver Figura 8).

Así mismo, la cooperación internacional con la que se vinculan los actores de la red internacionalmente impera Australia, Ecuador y Colombia (ver Figura 9).

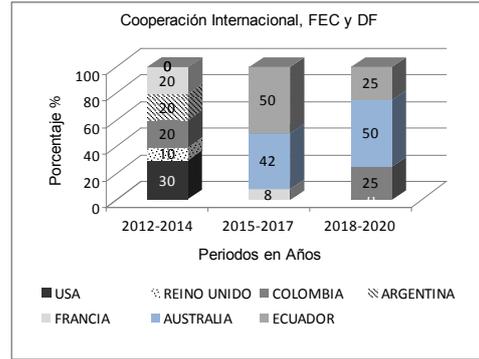


Figura 9: Cooperación internacional de la red FEC y DF, años: 2012-2020.

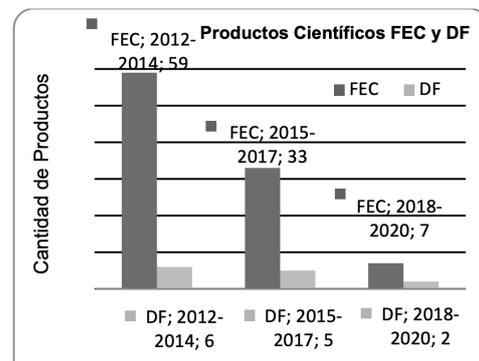


Figura 10: Productos científicos de la red FEC y DF, años: 2012-2020.

Sobre los productos científicos de FEC y DF en la red de conocimiento, se experimentó ese decrecimiento ya discutido en los grafos. Para la FEC: pasó de 59 productos científicos hasta 7 productos, lo que representa un 11% de la producción respecto del periodo 2012-2014, y para el DF: se tiene un 30% de decrecimiento respecto al mismo periodo de años: 2012-2014 (ver Figura 10).

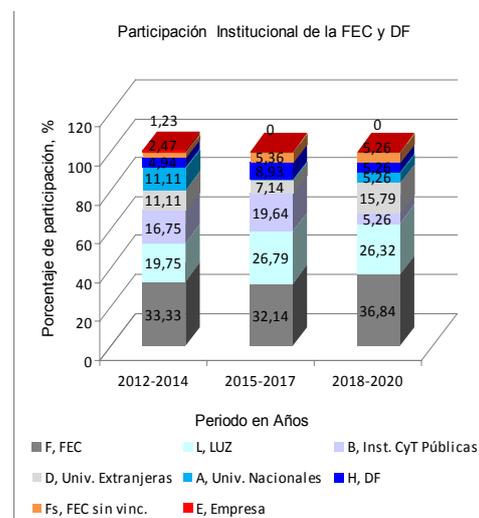


Figura 11: Participación institucional de la Red FEC y DF, años: 2012-2020.

La muestra tomada para la red de conocimiento de 99 artículos pertenecientes a las revistas ya mencionadas apuntan a una participación de los autores con pertenencia al sector universitario sean los nodos (F, L, H, D, E), con fuerte participación en aumento de la (FEC) y el sector empresa muy poco participa tendiendo a cero. Por otro lado, la participación de las Instituciones públicas de ciencia y tecnología aumentaron en el periodo de años: 2012-2017, con una pequeña disminución para el año 2020 (ver Figura 11).

Igualmente, se cuenta con datos relativos a la participación o número de investigadores en toda la muestra por nodo de la red. Tal que, para la red de conocimiento de la (FEC) se tiene 288 autores incidentes para el periodo de años: 2012-2014, y llegó hasta una disminución de 28 autores para el año 2020, es decir, se requiere la unidad de 288 investigadores para una producción de 59 artículos para el periodo de años: 2012-2014, siendo este número igualmente decreciente para el año 2020, la repetividad de autores no se tomó en cuenta debido a que se mide la unidad humano para publicar por nodo (número de autores presente en el artículo), el valor real del número de autores de todo el estudio debe ser menor en un grado (ver Figura 12).

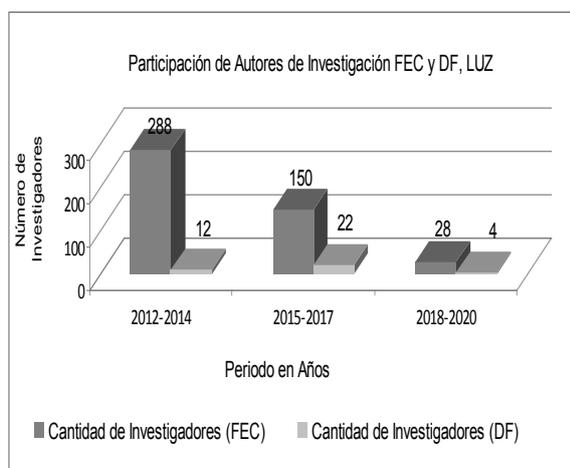


Figura 12: Participación de autores de investigación de la red FEC y DF, años: 2012-2020.

CONCLUSIONES

La red de conocimiento del caso de estudio abordado da como resultado un conjunto no dirigido con forma de escarabajo a lo largo de todo el periodo con un grado medio de 3 vinculaciones por nodo.

La producción científica en los periodos de años: 2012-2020, es mínimo con apenas un producto de investigación institucional por nodo a lo largo de la sinergia de vinculación. La Facultad Experimental de Ciencias (FEC) experimenta un decrecimiento fuerte en su producción y el Departamento de Física (DF) cuenta con una producción relativamente baja.

La fuente de financiamiento proviene altamente de instituciones públicas o gubernamental, por lo que se debe articular con el sector privado u orientarlo al ámbito de la cooperación internacional.

Finalmente, La Facultad Experimental de Ciencias (FEC) y el Departamento de Física (DF), maneja una organización rígida jerárquica que se está flexibilizando en torno al manejo de recursos en un Sistema Científico Tecnológico Nacional que le abre puerta al conocimiento al ser expandido entre sus actores científicos. Respecto al análisis y discusión de resultados se puede decir que conocer las tendencias o indicadores científicos y tecnológicos de un conjunto o muestra bibliométrica permite reconocer una red de conocimiento para incidir en mejoras para la producción científica.

REFERENCIAS

- Hernández, A. (2016). *Redes y vinculaciones organizacionales: el estado del arte en la postmodernidad*. Fondo Editorial UCLA. Primera Edición. Venezuela, 94-95.
- [2] Kuz, A.; Falcon, M.; Nahuel, L.; Giandini, R. (2015). Análisis de Redes Sociales a través de Gephi y NodeXL, Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad, 1-15.
- [3] Kuz, A.; Falcon, M. (2013). Herramientas sociométricas aplicadas al ambiente áulico, LINSI, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, In Congreso Nacional de Ingeniería Informática/ Sistemas de Información, 1-10.
- [4] Saavedra, C.; Limachi, I.; Boj, E.; González, Y.; Corona, B.; Geppert, S.; Revollo, D. (2021). Manual: Introducción al análisis de redes sociales a través del programa gephi. Ws Gobernanza del agua/ Red sectorial GADeR-ALC. Ciudad de México. 1-23.