



Análisis de redes del Sistema de Innovación rafaélino^ξ

Network analysis of Rafaela's Innovation System

*Hernán Revale**

*Valentina Fernández***

Resumen

El presente trabajo propone el estudio del sistema de innovación de la ciudad de Rafaela a través del análisis de redes. Para ello se recopiló información secundaria de las páginas web de actores principales del sistema, que dé cuenta de las interacciones entre instituciones, principalmente relacionadas al traspaso de conocimiento en el sistema. A partir de la identificación de los actores (nodos) y de la intensidad de las interacciones entre los mismos, se elaboró una red y se calcularon distintas medidas de centralidad. En líneas generales, se identifica a la Agencia de Desarrollo de Rafaela (ACDICAR) como un jugador central en nuestra red, seguido del sector empresario y de la Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf). Los mismos se posicionan como los nodos con mayor número de conexiones, más centrales y con mayor influencia en las interacciones dentro de la red. Debido a que el presente trabajo muestra una visión topográfica y cuantitativa del sistema de innovación rafaélino, se propone un análisis cualitativo posterior que de luz sobre la calidad de esas interacciones.

Palabras clave: sistemas de innovación; redes; transferencia de conocimiento

Códigos JEL: L14; O32

Abstract

This paper proposes the study of the innovation system of the city of Rafaela through the analysis of networks. Secondary information was collected from the web pages of the main actors of the system, which accounted for the interactions between institutions, mainly related to the transfer of knowledge in the system. From the identification of the actors (nodes) and the intensity of the interactions between them, a network was elaborated and different measures of centrality were calculated. Generally, the Rafaela Development Agency (ACDICAR) is identified as a central player in our network, followed by the business sector and the National University of Rafaela (UNRaf). They are positioned as the nodes with the greatest number of connections, most central and with the greatest influence on interactions within the network.

ξ Recibido 5 de noviembre 2021 / Aceptado 22 de diciembre 2021.

* Universidad Nacional de Rafaela. Correo electrónico: hernanrevale@unraf.edu.ar

** Licenciada en economía, Universidad Nacional de Córdoba. Correo electrónico: anavalentinafernandez@gmail.com

Since the present work shows a topographic and quantitative vision of Rafaela's innovation system, a subsequent qualitative analysis is proposed to shed light on the quality of these interactions.

Keywords: innovation systems; networks; knowledge transfer

JEL Codes: L14; O32

Introducción

La ciudad de Rafaela hace décadas que se establece como un caso de estudio académico de desarrollo territorial y sistema de innovación. Este interés se sustenta en las dinámicas institucionales particulares que se han ido desarrollando a través del tiempo en la ciudad, las cuales generan procesos virtuosos de desarrollo. Sin embargo, al considerarse a un sistema de innovación un proceso dinámico y evolutivo, es necesario revisar tal ecosistema periódicamente para conocer su evolución.

En esta línea, el presente trabajo propone el estudio del sistema de innovación de la ciudad de Rafaela a través del análisis de redes. Éste se considera un primer paso para luego poder comprender los procesos de generación y difusión del conocimiento desde una perspectiva institucional, es decir, cómo las empresas rafaquinas generan dichos conocimientos que se transforman en aprendizajes para luego generar productos y servicios, tanto del mercado local como internacional, y el rol de las instituciones alrededor de estos procesos disruptivos.

Marco teórico

Un enfoque de Sistema de Innovación (SI) se encarga de estudiar todos los elementos que contribuyen al desarrollo, producción, difusión y uso de innovaciones (Lugones, Peirano & Gutti, 2006), desde una esfera privada (empresas productoras), el sistema educativo (universidades, centros de investigación y conocimiento, laboratorios), y el sector público como promotor de I+D y financiador del sistema.

En particular, al estar enfrentándonos a un sistema complejo y evolutivo, evaluar un SI consistirá en el estudio de un número de variables, cuyo análisis en conjunto permite una caracterización de la composición del sistema, incluyendo las relaciones entre sus partes y los procesos de innovación llevados a cabo principalmente por las empresas. Asimismo, se puede profundizar en cuanto a la direccionalidad e incidencia de los procesos de traspaso de conocimiento y aprendizaje, y como los mismos impactan en la mejora competitiva de las empresas y el desarrollo del sistema como un todo. Dicho análisis se puede realizar en distintos niveles según el origen de las instituciones intervinientes: i) Nacional (SNI); ii) Regional (SRI) y; iii) Local (SLI).

Con el objetivo de estudiar si efectivamente la ciudad de Rafaela conforma un Sistema Local de Innovación (SLI), se procede en primera instancia a caracterizar los actores involucrados en las diferentes esferas, ya sean pertenecientes a instituciones científico-tecnológicas o de formación; los actores del sector público, en diferentes niveles de gobierno y; el sector privado o productivo. Estas tres esferas han sido referenciadas en la bibliografía como motores de la innovación de diversas maneras desde el Triángulo de Sábado (Sábado & Botana, 1968), Hélices

para el Desarrollo (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995) o Sistemas de Innovación (Lundvall, 1992).

Por otro lado, la caracterización de quiénes intervienen en el ecosistema de innovación mostraría sólo de forma parcial la realidad si no se analizan, además, cómo y qué vinculaciones tuvieron estos actores, y en particular el peso de las mismas. Dichas vinculaciones forman una red, un entramado, que en SLI conforman parte de la cultura del lugar, que fomentan las acciones que redundan en formación de conocimiento, aprendizaje e innovación para el sector productivo local (Lundvall, 1992).

En el presente estudio se recoge la evidencia recolectada por diferentes trabajos de investigación que definen a la ciudad de Rafaela como una SLI o un cuasi-distrito empresarial/industrial que, según Starobinsky (2016) lo define, conforma un caso de estudio de interés ya que concentra un conjunto de empresas competitivas tanto a nivel local como internacional, inmersas en un entramado institucional denso y articulado. Por su parte, Yoguel y López (2000) sostienen que los resultados alcanzados por las empresas rafaquinas no sólo se deben a sus esfuerzos internos, sino también a la dinámica del ambiente. Factores como la presencia de instituciones públicas y privadas, el accionar del gobierno, la existencia de recursos humanos calificados, la idiosincrasia empresaria, la generación de externalidades y la articulación entre actores, construyen una atmósfera industrial virtuosa. Respecto a las vinculaciones, también resaltan que la cantidad de conexiones es un factor influyente sobre las capacidades de las firmas.

Las investigaciones mencionadas anteriormente ponen de relieve el rico sistema local de innovación de la ciudad de Rafaela. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es una actualización de la caracterización del SLI rafaquino, para observar si se mantiene tal dinámica; así como también la implementación de metodologías nuevas para el estudio de la red de interacciones institucionales generadas en la ciudad. Para ello, se analizan de manera evolutiva las vinculaciones de los últimos 5 años, donde se pretende evidenciar los roles de cada actor involucrado y su participación en la red.

Metodología

Para el presente trabajo se procedió a la realización de un análisis de redes (Diani, 2002). Con esta metodología, se puede optar por un estudio posicional y/o relacional (Garrido, 2004), para conocer las características de la red. La primera alternativa parte de una identificación y selección de actores intervinientes, para luego indagar las relaciones que mantienen en asuntos concernientes al desarrollo local, se busca conocer qué relaciones mantiene cada uno de ellos con los demás y con otros actores concretos todavía no identificados, en una primera instancia.

Este proceso iterativo permite construir una primera aproximación a la estructura de red, a partir de la cual se irán descubriendo otros componentes de la misma y, de esta manera, se descubren nuevas relaciones hasta que se esté en condiciones de configurar la estructura de red completa o, al menos, suficientemente completa.

Por otro lado, un análisis relacional de redes consiste en definir los contenidos principales de la relación que se estudia, de modo que, eligiendo un foco o agente, se averigua con quién mantienen la relación definida. Desde allí se avanza de manera progresiva para ir definiendo una estructura de la propia red. Esta aproximación del tipo exploratoria es útil cuando no se conoce a priori la estructura real de la red analizada.

El objetivo de este análisis es descubrir los componentes de la red y las relaciones que se dan entre ellos con la información disponible para, con ello, identificar nodos centrales de la red y su nivel de influencia en la misma. Para lograr conocer cuáles fueron las vinculaciones, se procede a realizar un *scrapeo web*, es decir, la extracción de información de sitios web de las principales instituciones de la ciudad mediante una herramienta de software. De esta manera, se identifica el hecho de vinculación institucional, los actores involucrados, la fecha y el objetivo de dicho vínculo.

Cabe destacar que la generación secundaria de información que se realiza a los fines del presente trabajo puede resultar sesgada tanto desde el punto de vista de los actores que se relevan, como del tipo de información que eligen compartir en sus sitios web. Para corregir este sesgo señalado, se prevé una posterior instancia de validación mediante un trabajo de campo en el que se realizarán entrevistas en profundidad a actores clave de la red, donde se indagará sobre aquellos hitos considerados centrales en la formación de conocimiento tanto sea de manera directa como indirecta.

El *scrapeo* nos permitirá conocer las diferentes vinculaciones entre los actores. En este caso se define un análisis posicional en el que en primera instancia se identificaron actores centrales en la escena del desarrollo productivo de la ciudad, y a partir de ello se recopilan sus interacciones y la estructura de las mismas. Los principales actores identificados del SLI de Rafaela, de los cuales se realizó el *scrapeo* de sus sitios web institucionales, son:

- 1) Agencia de Desarrollo e Innovación – ACDICAR/CENTEC
- 2) Universidad Nacional de Rafaela – UNRaf
- 3) Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI
- 4) Centro Comercial e Industrial de Rafaela y la Región – CCIRR
- 5) Universidad Tecnológica Nacional FRRA - UTN

Si bien se parte de un método de análisis proposicional a partir del *scrapeo* de las páginas web de los actores principales mencionados, la información recabada luego se filtró, seleccionando aquellas vinculaciones que de manera directa o indirecta se considera que contribuyen a la generación de conocimiento y, con ello, dinamiza la generación de innovación. Por lo cual, en una segunda etapa de la recolección de datos, se aplicó un análisis relacional, en el cual, a partir de las intervenciones identificadas con las primeras instituciones relevadas, surgen otras instituciones que conforman la red.

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. La centralidad es clave para el estudio de las redes sociales, ya que 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

Según lo destacan Pérez Beltrán, Valerio Ureña y Rodríguez-Aceves (2015) en su estudio, las medidas del análisis de redes sociales se categorizan según el objetivo que rige la investigación: i) si se desea conocer la posición de cada actor en el entramado y conocer su comportamiento y aporte individual se utilizan medidas como el grado, cercanía e intermediación; ii) pero si por el contrario se desea conocer las propiedades y estructura general de la red, se requiere de analizar su densidad, el grado de cohesión, tamaño y clusterización.

En este caso, se desea conocer la posición global y local de los actores en la red y a partir del análisis de medidas de centralidad:

Degree Centrality (Grado de centralidad)

El grado es el número de aristas en un nodo. Un grado más alto significa más importante. Esta medida se normaliza restando 1 a la cantidad de nodos existentes (Centralidad normalizada = grado / N - 1 donde N es el número de nodos).

Closeness Centrality

Esta medida puntúa cada nodo en función de su "proximidad" a todos los demás nodos de la red. Esta medida calcula las rutas más cortas entre todos los nodos, luego asigna a cada nodo una puntuación basada en la suma de las rutas más cortas. Resulta útil para encontrar el nodo mejor ubicado para influir a toda la red (de manera más rápida). Esta medida puede ser útil para encontrar personas o instituciones influyentes dentro de un grupo.

Betweenness Centrality

La centralidad de intermediación mide el número de veces que un nodo se encuentra en el camino más corto entre otros nodos, es decir, muestra qué nodos actúan como "puentes" entre los nodos de una red. Lo hace identificando todos los caminos más cortos y luego contando cuántas veces cada nodo cae en uno.

Se utiliza para encontrar los actores que influyen en el flujo de un sistema y resulta útil para estudiar la dinámica de la comunicación, pero debe usarse con cuidado: un recuento alto de intermediación podría indicar que alguien tiene autoridad o controla la colaboración entre clústeres dispares en una red; o indicar que están en la periferia de ambos grupos.

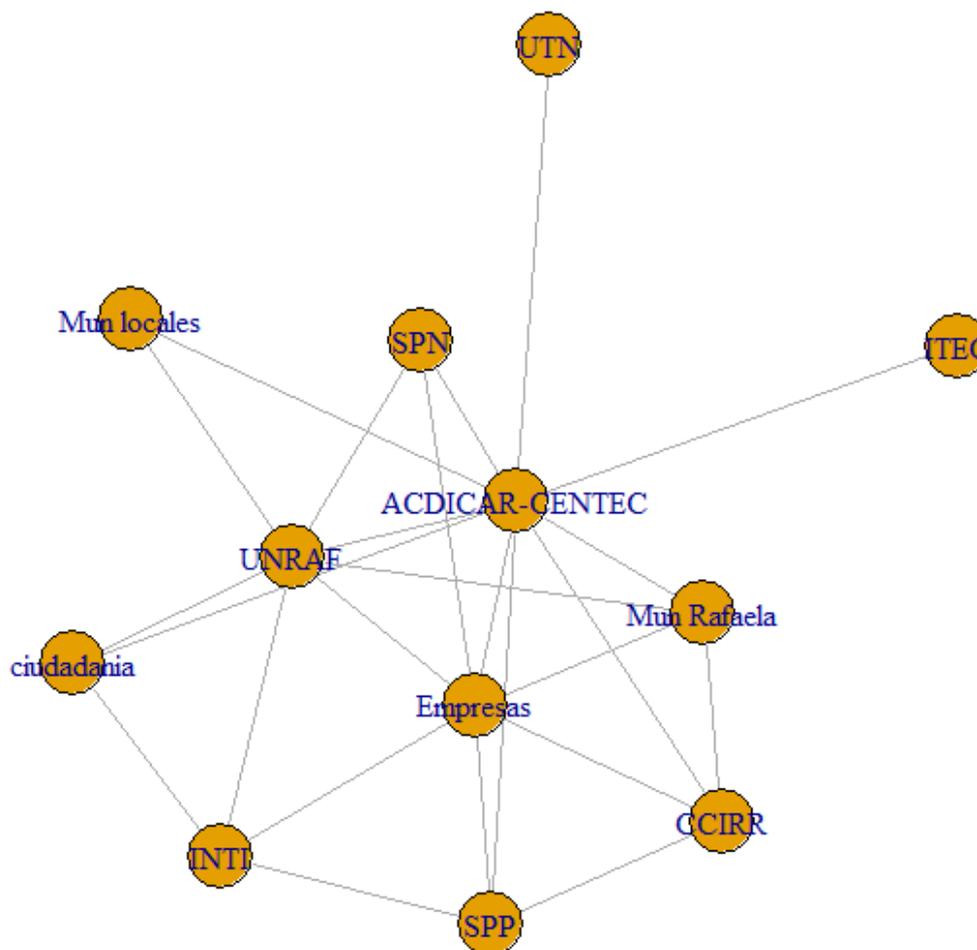
Eigenvector centrality

En este caso, la importancia de un nodo es proporcional a la importancia de sus vecinos. Se utiliza para estudiar la capacidad de influencia de un nodo.

Resultados

Se trata de una red conformada por 12 actores, los cuales se identificaron a partir de seleccionar aquellas interacciones encontradas en las publicaciones web de 5 instituciones consideradas como principales. Las mismas provienen de las tres esferas del SLI definidas anteriormente, y podemos observar que la participación o contribución de las mismas a la red varía.

Figura 1: Análisis de redes



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Figura 1, se observa una red con entramado institucional denso, donde hay numerosas interacciones entre actores de diferentes esferas. Esta primera aproximación nos permite generar un análisis de las relaciones existentes entre las instituciones, la estructura que emerge como consecuencia de dichas relaciones y el papel que juegan las mismas dentro de esa estructura.

Lo que primero se desprende de la figura es la existencia de relaciones entre los nodos, se destaca ACDICAR/CENTEC, seguida por UNRAf y las Empresas (sector privado) con más lazos institucionales. ACDICAR/CENTEC se ubica en una posición central, conectando el entramado de prácticamente toda la red.

A partir de la estructura ahora resulta interesante conocer las posiciones que ocupan las instituciones en la red. A través de las medidas de centralidad se puede identificar estas posiciones para inferir en la 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

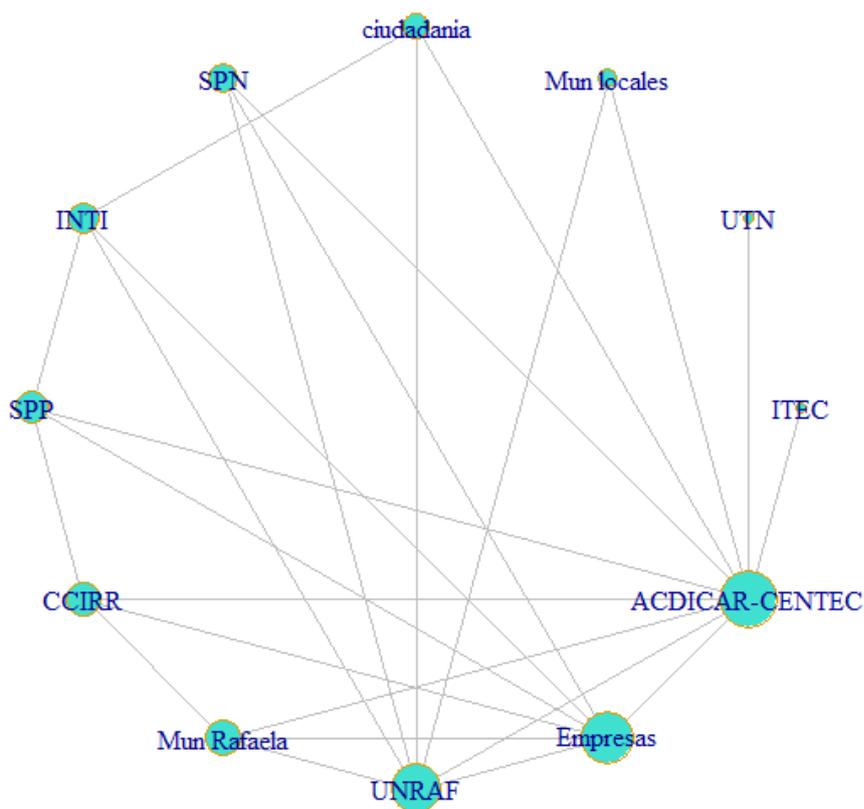
Como se indicó anteriormente, en este estudio se calcularon las medidas de grado, cercanía, intermediación y centralidad eigenvector. En la tabla a continuación se resumen los resultados obtenidos (Tabla 1).

Tabla 1: Medidas de centralidad

| ID | Institución | Grado de centralidad | Closeness | Eigenvector | Betweeness |
|----|----------------|----------------------|------------|-------------|------------|
| 1 | ACDICAR-CENTEC | 10 | 0,08333333 | 1 | 28,1666667 |
| 2 | INTI | 4 | 0,05 | 0,5263568 | 1,1666667 |
| 3 | CCIRR | 4 | 0,05555556 | 0,5927147 | 0,3333333 |
| 4 | Mun Rafaela | 4 | 0,05555556 | 0,6344807 | 0,3333333 |
| 5 | SPP | 4 | 0,05555556 | 0,5753811 | 1,2500000 |
| 6 | SPN | 3 | 0,05263158 | 0,52132 | 0,0000000 |
| 7 | UNRAF | 7 | 0,06666667 | 0,8359082 | 6,4166667 |
| 8 | Empresas | 7 | 0,06666667 | 0,8946763 | 4,5833333 |
| 9 | ciudadania | 3 | 0,05263158 | 0,4510008 | 0,7500000 |
| 10 | ITEC | 1 | 0,04545455 | 0,1909188 | 0,0000000 |
| 11 | Mun locales | 2 | 0,05 | 0,3505094 | 0,0000000 |
| 12 | UTN | 1 | 0,04545455 | 0,1919188 | 0,0000000 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 2: Centralidad Eigenvector



Fuente: elaboración propia.

En cuanto al grado de centralidad que mide el número de vinculaciones, ACDICAR aparece como la institución con más lazos, seguido por las empresas, que representan al sector privado, y la UNRaf. Sin embargo, esta medida es demasiado simple y nos brinda una referencia a una centralidad local.

Si por el contrario vemos la cercanía de los vínculos, es un indicador de centralidad global o general a diferencia del grado. En este caso ACDICAR resulta la institución con más autonomía respecto a los otros, y esto puede indicar un rol de esta como intermediaria/interlocutor, ya que está en un punto próximo a todos los actores de la red. En esta línea, nuevamente la UNRaf y las empresas aparecen como intermediarias y centrales en relación al resto.

La intermediación indica que las demás instituciones de la red deben pasar por una central para comunicarse o vincularse con el resto. En ese caso, nuevamente aparece ACDICAR mostrando un control sobre los flujos de vinculación del resto de la red, es decir, en este caso ACDICAR vincula a subgrupos existentes dentro de la red y oficia como un puente. En segundo lugar aparece la UNRaf, que a diferencia de las otras medidas analizadas se despega de las empresas.

La centralidad eigenvector sí presenta una ponderación a aquellos actores más centrales en relación a los que se encuentran en la periferia de la red. Aquí sigue apareciendo ACDICAR como institución central, junto con las empresas y la Universidad de Rafaela. Esta medida, nos indica tanto centralidad como poder de la institución, ya que se mide en relación a su propio grado de centralidad, como con el grado de los nodos a los que está conectado.

Lo que se desprende de las medidas de centralidad analizadas, donde ACDICAR y la UNRaf son actores centrales, en las cuales actúan de intermediarios y puentes para las vinculaciones, y en algún sentido para el acceso y transferencia de conocimientos.

Discusión

La utilización del análisis de redes sociales y la interpretación de las medidas de centralidad nos permite inferir en el rol que juegan las instituciones que conforman la red de actores de la ciudad de Rafaela. Esta metodología nos acerca a una indicación de aquellas instituciones centrales en la red, las cuales tendrán mejor desempeño e influencia para la transferencia de conocimiento.

La representación de las interacciones entre los actores, si bien simplificada, nos muestra que en la ciudad de Rafaela la vinculación con los actores, aquello que se destaca como clave para el desarrollo de un Sistema Local de Innovación, se mantiene en los últimos años analizados. ACDICAR/CENTEC es la institución central, que nuclea, intermedia y con influencia sobre el resto de los actores. Es una institución creada en el año 2006 y que junto con la Municipalidad de Rafaela, el Centro Comercial e Industrial de Rafaela y la Región (CCIRR), el Ministerio de la Producción de Santa Fe y la Sociedad Rural de Rafaela (SRR), se nuclearon para ser un espacio de concertación público privada que impulse el crecimiento de la región.

Sin embargo, también observamos a la Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf) como una institución central que conecta no sólo las instituciones de formación, ciencia y tecnología, sino al sector público de diferentes niveles con las empresas. Es una institución nueva en el

entramado institucional rafaélino, con menos de 6 años de historia, que ya se posiciona como un intermediario influyente en la red.

Cabe destacar, y siguiendo la línea de lo planteado por Pérez et al. (2015), que la limitación de este tipo de estudios se define por las características de los actores involucrados, ya que son los actores los que definen a la red. En ese sentido, se debe remarcar que la limitación de este estudio se evidencia en la recolección de la información en las que se consideran las cinco instituciones más importantes, y eso representa un sesgo muestral. Por otro lado, se trabajó con un análisis de redes sociales sin dirección y no ponderado, en donde cada interacción tiene la misma importancia para el análisis.

Este estudio representa una primera aproximación cuantitativa de estudio de la conformación de la red y la posición de cada actor para la transferencia de conocimiento, pero en una etapa posterior se complementará con estudios de casos a actores clave en la historia de Rafaela, que permitan validar y profundizar en los hallazgos hasta ahora alcanzados.

Bibliografía

- Diani, M. (2002). Network analysis. *Methods of social movement research*, 173-200.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix--University-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development. *EASST Review*, 14(1), 14-19.
- Garrido, F. J. (2001), El análisis de redes en el desarrollo local. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología, Universidad Complutense de Madrid, en: https://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2014/02/m_JGarrido_ANALISISdeREDES.pdf
- Lugones, G., Peirano, F. y Gutti, P. (2006). Potencialidades y Limitaciones de los Procesos de Innovación en Argentina. Documento de trabajo N° 26, Centro REDES, Buenos Aires.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter Publishers.
- 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.
- Sábato, J., & Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. Estudio prospectivo sobre América Latina y el orden mundial en la década de 1990. *The World Order Models Conference*. Bellagio, Italia.
- Starobinsky, G. (2016). Sistema Local de Innovación: Vinculaciones y Esfuerzos Tecnológicos en el Sector Olivícola de la Provincia de La Rioja. Tesis de Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad (UNQ).
- Yoguel G y Lopez M. (2000). Sistemas locales de innovación y el desarrollo de la capacidad innovativa de las firmas: las evidencias del cuasi-distrito de Rafaela. *Revista Redes*, 7(15).