

Informe final publicable de proyecto

Redes de colaboración e invención en América Latina: evidencia empírica a partir de datos de patentes

Código de proyecto ANII: FMV_3_2018_1_148242

08/09/2021

GALASO RECA, Pablo (Responsable Técnico - Científico)

BIANCHI PAGOLA, Carlos Federico (Investigador)

PALOMEQUE PEREZ, Sergio Daniel (Investigador)

PICASSO GONZÁLEZ, Santiago (Investigador)

RODRÍGUEZ MIRANDA, Adrian A. (Investigador)

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y DE ADMINISTRACIÓN (Institución Proponente)
\\ IBC NETWORK \\ LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY. DIRECCIÓN NACIONAL DE PROPIEDAD INDUSTRIAL \\
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. PRO RECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Resumen del proyecto

Este proyecto busca analizar las redes de colaboración asociadas a las actividades de invención en América Latina, con un especial enfoque en el caso de Uruguay. Se utilizan dos bases de datos de patentes: los registros en la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos y los registros de la Dirección Nacional de la Propiedad Industrial del Uruguay. A partir de esta información se realiza un análisis de las actividades de invención entre 1970 y 2018, presentando una caracterización de los actores más relevantes en la región (inventores, empresas, centros de investigación, etc.), analizando su distribución territorial, sus especializaciones sectoriales y su evolución temporal. Posteriormente, se construyen y analizan las redes de colaboración asociadas a la invención, haciendo énfasis en tres aspectos. Primero, en el papel que desempeñan diferentes tipos de actores y la interacción entre ellos: el sector público frente a las empresas privadas, las instituciones académicas frente a las del sector productivo y los agentes nacionales frente a los extranjeros. Segundo, se estudian los vínculos de colaboración en el interior de los países, entre los distintos países de la región y aquellos hacia el exterior. En este punto, el proyecto reconstruyó y analizó varios tipos de redes de colaboración: redes de países, redes de ciudades, redes de organizaciones (empresas y centros de investigación) y redes de personas (inventores). Finalmente, se estiman los factores determinantes y efectos de las redes de colaboración sobre los resultados de la innovación en distintas escalas. Como principales resultados, el proyecto deja dos bases de datos organizadas y libres de ambigüedades que permiten múltiples abordajes para su análisis. Además, el proyecto presenta pruebas empíricas sobre las patentes y las redes de colaboración durante los últimos cincuenta años en los países de América Latina, con un especial enfoque en el caso de Uruguay, .

Ciencias Sociales / Economía y Negocios / Economía, Econometría / Economía de la innovación

Palabras clave: Patentes / Análisis de redes sociales / América Latina /

Introducción

La relación entre las capacidades de generación y aplicación de conocimiento y los niveles de bienestar social y crecimiento económico de las sociedades ha sido extensamente documentada (por ejemplo, Fagerberg y Srholec 2008). En ese marco, los estudios sobre los procesos de generación de conocimiento han ganado creciente atención desde la comunidad académica y desde los encargados de la elaboración de política. Es así que, desde hace ya varias décadas, las políticas de promoción de la investigación e innovación se han difundido en prácticamente todo el mundo (Flanagan et al. 2011).

América Latina no es una excepción, tanto el interés de los actores sociales y económicos, como la investigación académica y la política pública dirigida a estos temas ha crecido en las últimas décadas en toda la región (Crespi y Dutrenit 2014). Sin embargo, la región sigue presentando problemas crónicos de rezago en la producción de conocimiento y en su aplicación a las necesidades sociales y productivas (Grazzi y Pietrobielli 2016; Lemanchard 2015). Asimismo, una de las características más salientes de América Latina, como ocurre en muchas otras dimensiones, es la profunda heterogeneidad entre países, regiones y ciudades. Las diferentes capacidades de invención e innovación muestran relación con los niveles de productividad económica (Grazzi y Pietrobielli 2016) y de bienestar social (Crespi y Dutrenit 2014).

Por otro lado, desde diferentes ámbitos de la economía se ha insistido en la relevancia de la interacción y la colaboración entre actores en los procesos de innovación. En particular, destacan la literatura sobre los sistemas de innovación (Lundvall 1988), los llamados entornos innovadores (Maillat 1998) y los estudios sobre el rol de las universidades y otros centros públicos de investigación (Maietta 2015). En varios de estos abordajes existen trabajos a nivel internacional que estudian las redes de cooperación para investigar e innovar mediante el análisis de redes sociales (Pippel 2013; Phelps et al. 2012; Andersson et al. 2019).

Conocer para América Latina la distribución espacial de los principales actores (inventores, empresas, centros de investigación, universidades) y, en particular, sus redes de interacción para la creación de conocimiento, es pues un aspecto fundamental sobre el que este proyecto pretende contribuir. Hasta donde se conoce, no existen estudios previos que analicen la localización geográfica de los flujos de conocimiento para toda la región. Trabajos recientes han analizado casos nacionales o subnacionales con diferentes fuentes de datos (Aráujo et al. 2018; Arza et al. 2018).

Una de las dificultades que presenta el estudio de estos temas para América Latina es la disponibilidad de datos homogéneos y comparables a partir de los cuales identificar los actores y sus vínculos (Cimoli y Crespi 2011). En tal

sentido, el uso de información provenientes de patentes registradas en la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USTPO) ofrece una doble oportunidad. Por un lado, permite generar nueva evidencia, comparable entre países de la región, sobre el papel de diferentes actores —públicos y privados; académicos y empresariales— en el proceso de generación de conocimiento, según su localización y su papel en el entramado de interacciones.

Diversos antecedentes emplean datos de patentes para estudiar redes de colaboración en los procesos de innovación desde diferentes perspectivas. Se pueden destacar tres enfoques analíticos en esta literatura: los estudios sobre redes de inventores conectados entre sí por patentes conjuntas (Breschi y Lissoni 2009), los trabajos que analizan las redes de solicitantes que se vinculan entre sí cuando patentan con los mismos inventores (Cantner y Graf 2006; Galaso y Kovarik 2021), y aquellos sobre redes de territorios (países o regiones) vinculados por colaboraciones entre inventores y solicitantes (De Prato et al. 2014).

La relación entre innovación y los mecanismos de protección de la propiedad intelectual ha sido siempre controvertida. Los países de América Latina han tomado diferentes medidas sobre los regímenes de propiedad intelectual (RPI). Medidas con distintos efectos en el plano político, social y económico (Shadlen 2011; Forero-Pineda 2006). Asimismo, la evidencia sobre el impacto de los RPI en las capacidades de innovación de la región ha mostrado resultados no concluyentes (Cimoli y Crespi 2011). Por tal motivo, este proyecto contribuirá también a conocer mejor la participación de diferentes actores locales en procesos de invención que resultaron en protección de patentes.

Además de ofrecer evidencia para la región, el proyecto busca llevar a cabo un enfoque especial en el caso de Uruguay. En esta línea, existen antecedentes sobre redes de innovación en nuestro país. El trabajo de PNUD (2005) mostró que, en los sectores más innovadores de la economía, hay grupos de empresas altamente interconectadas en redes de innovación. Posteriormente, Pittaluga et al. (2008) analizaron, a través de estudios de caso, las principales alianzas entre empresas, organizaciones públicas y centros de investigación en Uruguay. Bianchi et al. (2011) estudiaron las pautas de colaboración entre empresas a partir de la encuesta de actividades de innovación en la industria uruguaya. En líneas generales, estos trabajos subrayan la relevancia de los actores públicos académicos en las redes de innovación de Uruguay. El presente proyecto busca profundizar en este aspecto, ofreciendo nueva evidencia sobre las pautas de colaboración entre los principales actores, sus particularidades sectoriales y sus interacciones desde Uruguay hacia el exterior.

En este contexto, el objetivo central del proyecto consiste en analizar, a partir de registros de patentes, las redes de colaboración asociadas a las actividades de invención en América Latina, con un enfoque especial en el caso de Uruguay. Para ello se realiza una caracterización de los actores más relevantes (inventores, empresas, universidades, centros de investigación, etc.), analizando su distribución territorial, sus especializaciones sectoriales y su evolución temporal. Se construyen y analizan las redes de colaboración asociadas a la actividad inventiva, haciendo énfasis en el papel desempeñado y las interacciones entre diferentes tipos de actores: el sector público frente a las empresas privadas, las instituciones académicas frente a las del sector productivo y los agentes nacionales frente a los extranjeros. Se analiza también el ámbito geográfico de los vínculos de colaboración (nacionales, intra-regionales y extra-regionales) así como los determinantes y los efectos de las redes.

Se utilizan dos bases de datos de patentes: registros de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USTPO) y de la Dirección Nacional de Propiedad Industrial del Uruguay (DNPI, MIEM). Filtrando las patentes en las que al menos una de las personas u organizaciones participantes (inventores y/o propietarios) esté basada en un país de América Latina, se puede analizar (y comparar) la actividad inventiva en los distintos países de la región. Para profundizar en el caso uruguayo, la base de datos de USTPO se complementa con los registros de la DNPI, que cuentan con más detalle acerca de inventores y organizaciones radicadas en Uruguay.

Se emplea la metodología del análisis de redes sociales para construir (y analizar) las redes de colaboración en cuatro niveles distintos: (1) redes de inventores que patentan conjuntamente (Breschi y Lissoni 2009), (2) redes de organizaciones y empresas que cooperan para patentar (Cantner y Graf 2006; Galaso y Kovarik 2018), (3) redes de países, donde las naciones se vinculan entre sí cuando existen colaboraciones entre inventores y propietarios de diferentes territorios (De Prato et al. 2014), y (4) redes de ciudades, donde los territorios de conectan a través de colaboraciones entre inventores y/o entre organizaciones (Yao et al. 2020).

Se calculan estadísticos y modelos de red con el fin de identificar a los principales actores de las redes, así como para estimar los efectos de estas redes de colaboración sobre los procesos de innovación. La combinación de los datos de USTPO con los de DNPI permite profundizar en el caso uruguayo, logrando un mayor detalle de los agentes más centrales en la actividad inventiva del país y observando su inserción en las redes de colaboración a escala internacional.

Como resultado del proyecto, se obtiene evidencia empírica inédita acerca de las redes de invención y patentamiento en América Latina, donde los estudios similares son muy escasos y de escala nacional (Araújo et al. 2018). Por ello, el proyecto supone una contribución relevante a la literatura en este punto. Además, el análisis propuesto con redes en cuatro niveles diferentes (inventor, organización/empresa, país y ciudad) permitirá profundizar en los complejos procesos

de interacción para la innovación de una forma todavía poco tratada por la literatura, donde la mayoría de trabajos se centran en un único nivel de red (Guan et al. 2015 es una excepción). Por otro lado, la combinación de dos bases de datos de patentes diferentes (USTPO y DNPI) para analizar la actividad de invención en un mismo país (Uruguay) no se ha llevado a cabo hasta ahora. En este punto, además de ofrecer evidencia de gran interés para el caso uruguayo, el proyecto realiza un aporte relevante a la literatura ya que permite contrastar la validez de dos bases de datos: una de ellas generalmente empleada para comparar diferentes países (USTPO) y otra análoga a la que se utiliza para estudiar casos nacionales (DNPI).

Sin duda los datos de patentes presentan limitaciones que hay que tener en cuenta, especialmente en países como Uruguay, donde aproximadamente el 70% de las firmas no innova y, de aquellas que innovan, menos del 10% finalmente patenta (Bianchi et al. 2011). Pero, al mismo tiempo, es importante recordar que apenas existe evidencia sobre aquellas empresas que patentan, más allá de algunos estudios de caso. A este respecto, cabe destacar que el proyecto no busca realizar un análisis representativo de todas las actividades de innovación, sino ofrecer un primer mapeo detallado de las actividades de invención y las redes de colaboración asociadas a estas actividades en la región, con un enfoque especial en el caso de Uruguay.

El proyecto permite poner en el contexto latinoamericano al caso de Uruguay, contrastando si el país participa en las redes regionales e internacionales de invención. Por lo tanto, supone un insumo valioso para el diseño de políticas. Así, los agentes involucrados en la promoción de las actividades de invención podrán conocer mejor el rol de diferentes actores en las redes de colaboración para patentar (universidades, centros de investigación, empresas) así como su inserción a escala regional e internacional. Eso podría permitirles diseñar mecanismos específicos y más eficientes para los diferentes actores.

Metodología/diseño del estudio

El objetivo del proyecto es ofrecer respuestas a las siguientes preguntas de investigación:

¿Quiénes son los actores más centrales en las redes de innovación que surgen de los registros de patentes de América Latina en general y, particularmente, en Uruguay?

¿Cuáles son los factores determinantes que explican estas redes?

¿Cuáles son los efectos de estas redes sobre el desempeño innovador de los países?

Como respuesta preliminar a estas tres preguntas, se plantean las siguientes hipótesis de investigación:

Hipótesis 1: los actores más centrales de las redes de innovación son las organizaciones públicas (frente a las privadas), las académicas (frente a las productivas) y las nacionales (frente a las extranjeras).

Hipótesis 2: las redes están determinadas por la presencia de actores clave, la cercanía geográfica entre nodos, la homofilia y los vínculos extra-regionales.

En particular, en relación con la red de colaboración entre países, nuestras hipótesis son las siguientes:

Hipótesis 3. La red tiene una orientación extra-regional, con una escasa colaboración entre los países latinoamericanos frente a una mayor conexión con países situados en otras regiones del mundo, principalmente en Europa, Estados Unidos y Asia.

Hipótesis 4. Las colaboraciones en América Latina están fuertemente concentradas en unos pocos países, lo que da lugar a una estructura de red núcleo-periferia, en la que coexisten un grupo de países bien conectados (el núcleo) con un número mayor de países (la periferia) que están desconectados entre sí y sólo mantienen unas pocas conexiones con el núcleo.

Finalmente, respecto a las redes de colaboración a escala de ciudades, nuestras hipótesis son las siguientes:

Hipótesis 5. La centralidad en la red de colaboración interurbana mejora los resultados de innovación de la ciudad, en cambio, ser intermediario en la red reduce los resultados de innovación.

Hipótesis 6. Las colaboraciones extrarregionales mejoran la innovación, mientras que las colaboraciones intrarregionales no lo hacen.

Para contrastar las hipótesis, se emplean datos de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USTPO), con registros desde 1976 hasta la actualidad. Para profundizar en el caso uruguayo, se utilizan también los registros de la Dirección Nacional de Propiedad Industrial del Uruguay (DNPI, MIEM), con información desde 1995 hasta la actualidad.

A partir de los registros de patentes, se extrae la siguiente información necesaria para la construcción de las redes: fecha del registro de la patente, clasificación de la tecnología patentada, nombre y dirección de los inventores, nombre y dirección de los solicitantes. Además, en la base de USTPO, se cuenta también con información sobre la tipología de los solicitantes: si son empresas privadas, universidades o centros públicos de investigación. Dado que la base de DNPI no cuenta con esta información de los solicitantes, el proyecto categoriza a los principales actores en Uruguay, identificando y clasificando en la base de datos del MIEM a las principales empresas nacionales y extranjeras, así como a las

universidades y centros de investigación solicitantes de patentes.

A partir de estos datos se construyen dos tipos de redes de colaboración: redes de inventores conectados entre sí por patentes conjuntas (Breschi y Lissoni 2009), y redes de solicitantes (en su mayoría empresas y organizaciones) que se vinculan entre sí cuando patentan con los mismos inventores (Cantner y Graf 2006). Dado que se cuenta con información de la ubicación geográfica de inventores y solicitantes, se establecen recortes nacionales con el fin de obtener las redes de colaboración para cada uno de los países de América Latina.

Adicionalmente, en aquellos países donde se observan diferentes polos de actividad, con cierta masa crítica de inventores y/o solicitantes aglomerados en distintas regiones de su territorio, se establecen también recortes a escala sub-nacional para construir redes regionales o de ciudades. Estas redes de ciudades incluyen no solo a ciudades de la región, sino también a ciudades de otros países del mundo desde las cuales inventores, empresas y centros de investigación colaboran con actores situados en América Latina.

Con esta información, se elabora también la red de colaboración internacional, donde los nodos son los países y los vínculos representan colaboraciones entre inventores y solicitantes situados en distintos territorios (Guan et al. 2015; De Prato et al. 2014).

La fecha de solicitud de la patente permite observar la evolución de las redes de colaboración, con diferentes ventanas temporales (la literatura emplea tres, cinco y siete años, Graf 2017; Andersson et al. 2019). Además, se utiliza la clasificación tecnológica de las patentes para elaborar todas las redes anteriores diferenciando por sector y área tecnológica.

Finalmente, para profundizar en el caso de Uruguay, se construyen y analizan las redes de colaboración por duplicado, primero con los registros de USTPO y posteriormente con los de DNPI. Este procedimiento permite obtener un mayor detalle de la actividad inventiva y las redes de invención para nuestro país, generando evidencia más pormenorizada.

Una vez construidas todas las redes descritas anteriormente, se contrastan las tres hipótesis del siguiente modo:

Para las Hipótesis 1 y 2 se calculan índices de centralidad que permiten medir y comparar la prominencia o importancia relativa de cada nodo (Freeman 1978). Comparando la centralidad de actores públicos y privados, nacionales y extranjeros, así como empresariales y académicos, se podrá contrastar la primera hipótesis. En el caso de Uruguay, los datos de DNPI permiten identificar a un mayor número de inventores, empresas y organizaciones, profundizando así en los actores más centrales de la red a escala nacional.

Respecto a las dos hipótesis relacionadas con las redes de países (3 y 4), se compara la dinámica de interacción a escala regional con las conexiones extrarregionales. Para ello, se calculan tres indicadores de cohesión de la red: grado medio, porcentaje de nodos aislados y tamaño del componente mayor. A continuación, se eliminan los países no latinoamericanos de las redes (manteniendo sólo los nodos latinoamericanos) y se vuelven a calcular los mismos indicadores. De acuerdo con las hipótesis, se espera que los países extrarregionales sean cruciales para la cohesión de la red, de modo que, si se eliminan de la red, los países latinoamericanos permanecerán desconectados entre sí. Se completa la evidencia empírica sobre esta hipótesis calculando índices de asortatividad. Estos indicadores permiten medir la propensión de los países latinoamericanos a interactuar con otros países de la región (es decir, asortatividad positiva), o con países de diferentes partes del mundo (es decir, asortatividad negativa). En consecuencia, se espera que los índices de asortatividad confirmen una orientación extrarregional de las colaboraciones internacionales de los países latinoamericanos.

Para contrastar la hipótesis 4 (estructura centro-periferia de la red), se estima la existencia de una distribución de grados de ley de potencia en las redes. Si la red tiene una estructura centro-periferia, con gran concentración de los enlaces, entonces mostrará una distribución de grados de ley de potencia. Utilizando el método de máxima verosimilitud, estimamos el parámetro alfa y el valor p de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Clauset et al., 2009; Newman, 2005). El parámetro alfa mide el grado de concentración de los vínculos, y el valor p indica si podemos rechazar o no la existencia de una distribución de ley de potencia. Los valores p superiores a 0,05 indican que no podemos rechazar la hipótesis nula y, por tanto, que la red puede presentar una distribución de grados de ley de potencia.

Finalmente, respecto a las dos hipótesis asociadas a la estructura de las redes de ciudades (hipótesis 5 y 6), utilizamos modelos de regresión de datos de panel que nos permiten estimar cómo la centralidad, la intermediación y las conexiones intrarregionales frente a las extrarregionales pueden influir en los resultados de innovación de las ciudades. La variable dependiente en nuestros modelos es un indicador de los resultados de innovación de las ciudades: el número de patentes registradas por los agentes ubicados en cada ciudad en cada subperíodo. El uso de patentes como indicador de innovación ha sido ampliamente discutido en la literatura (Archibugi, 1992; Griliches, 1990) y ha sido utilizado por estudios similares (De Noni, Ganzaroli, & Orsi, 2017; Yao et al., 2020). Siendo conscientes de sus limitaciones, consideramos que este indicador es consistente ya que capta la creación de conocimiento en la que participan los innovadores latinoamericanos y, aun registrando la gran variedad de resultados de innovación no patentables, ofrece información homogénea para todo el sistema de innovación regional. Además, a escala latinoamericana, no existen otros indicadores que nos permitan

comparar la evolución de las actividades de innovación en las ciudades.

Las variables independientes utilizadas en nuestros modelos miden la posición relativa de cada ciudad en la red, así como las conexiones que mantiene con diferentes regiones del mundo. Todas estas variables (junto con algunas variables de control) se calculan con un desfase de un periodo. Así, nuestros modelos estiman si las características de la red en el momento t influyen en el nivel de patentes obtenido por las ciudades en el momento $t+1$.

Para comprobar la hipótesis 3, medimos la centralidad de las ciudades latinoamericanas en la red y su papel de intermediario. La centralidad de grado mide el número de enlaces adyacentes a cada ciudad. Se utiliza como medida de su prominencia o importancia relativa en la red (Wasserman y Faust, 1994). El papel de intermediario que desempeñan las ciudades se mide utilizando los indicadores de Gould y Fernández (1989). Para ello, agrupamos las ciudades en dos grandes categorías: ciudades latinoamericanas y no latinoamericanas. Esto nos permite medir dos funciones de intermediación diferentes. En primer lugar, el papel de coordinador da cuenta de la intermediación entre pares de ciudades latinoamericanas. En segundo lugar, el papel de gatekeeper mide la intermediación entre ciudades extrarregionales y otras ciudades latinoamericanas. La definición formal y el cálculo de estos indicadores de red pueden encontrarse en Gould y Fernández (1989).

Para contrastar nuestra sexta y última hipótesis, utilizamos variables que tienen en cuenta las conexiones intrarregionales frente a las extra-regionales. En concreto, calculamos el número de enlaces que conectan cada ciudad con otras ciudades latinoamericanas, y el número de enlaces con ciudades situadas en otras partes del mundo.

Resultados, análisis y discusión

Los análisis desarrollados en este proyecto permiten contrastar las hipótesis planteadas anteriormente. Además, ofrecen evidencia empírica con mayor detalle en algunos aspectos relacionados con las redes de colaboración asociadas a los procesos de invención e innovación en América Latina. A continuación, se presentan y discuten estos resultados organizados en cuatro grandes apartados: (1) resultados sobre las redes de inventores e innovadores, (2) resultados acerca de las redes de colaboración internacional entre países de América Latina, (3) resultados sobre las redes de colaboración inter-urbanas y (4) algunas evidencias empíricas relevantes para el caso de Uruguay.

Resultados sobre redes de inventores e innovadores en América Latina:

Nuestros hallazgos revelan que casi todas las redes latinoamericanas están muy fragmentadas y desconectadas. Sin embargo, en línea con la abundante evidencia de la alta heterogeneidad de este continente (Bértola & Ocampo, 2012; Castellacci & Natera, 2016; Dutrénit et al., 2019), también encontramos que la conectividad interna en las redes nacionales evolucionó de manera diferente durante el período estudiado. Logramos identificar y analizar casos interesantes (algunos de ellos inesperados) de evolución de las redes. Por ejemplo, mientras que Brasil y México presentan las redes más grandes, Cuba es el único país con un componente gigante, que surgió abruptamente en la década de 2000 y se mantuvo conectado hasta hoy. Esto implica que la red cubana es el único caso en el que la mayoría de los inventores están vinculados entre sí, lo que tiene importantes implicaciones en cuanto a la difusión del conocimiento y la capacidad de colaboración a nivel nacional. Por otro lado, encontramos que otros países, como Argentina y Chile, destacan principalmente por la conectividad de sus redes de innovadores, lo que parece demostrar que estas naciones tienen un sistema relativamente cohesionado de empresas y organizaciones innovadoras. También hemos documentado casos como el de Venezuela, donde surgió un componente gigante en la década de 1990 y posteriormente se desintegró, dando lugar a una red nacional fuertemente fragmentada y desconectada, posiblemente debido a los choques institucionales tanto internos como externos experimentados por el país en las últimas décadas.

Investigaciones anteriores han demostrado ampliamente que tanto los sistemas de investigación como los de innovación en América Latina son sistemas altamente abiertos (Cimoli et al., 2005; Cohen, 1995). Coherentemente, encontramos que las redes latinoamericanas están fuertemente orientadas hacia el exterior. Las redes nacionales de colaboración están muy conectadas con actores externos. Sin embargo, en algunos países, como Perú o Venezuela, esta orientación parece indicar una fuerte dependencia de las colaboraciones internacionales. Además, encontramos una clara orientación extrarregional de los vínculos, lo que es coherente con la gran fragmentación de la red de colaboración a nivel latinoamericano, evidenciando la ausencia de un sistema de innovación integrado regionalmente.

Resultados sobre redes entre países de América Latina:

Respecto a las redes de países, además de reconstruir por primera vez dichas redes, nuestro proyecto ha permitido identificar sus dos propiedades estructurales esenciales. En primer lugar, la orientación extrarregional, es decir, la propensión de los países latinoamericanos a establecer conexiones internacionales con países de fuera de la región más que con otros países latinoamericanos. En segundo lugar, la configuración de una estructura de red centro-periferia, en la que un pequeño grupo de países latinoamericanos junto con economías líderes en innovación de fuera de la región conforman un núcleo fuertemente interconectado, mientras que el resto de los países de la región (un grupo numeroso y

heterogéneo) se ubican en una periferia que está desconectada entre sí y mantiene colaboraciones sólo con el núcleo. En este sentido, el proyecto realiza dos importantes contribuciones a la literatura anterior (Galaso y Sánchez Díez, 2020). En primer lugar, proporciona evidencia empírica novedosa con información única sobre los patrones de colaboración internacional a nivel latinoamericano, pero incluyendo también otras regiones del planeta con gran influencia en los procesos de innovación de la región, lo que permite analizar las principales tendencias regionales a la luz de los amplios antecedentes de investigación sobre invención y desarrollo de esta región. En segundo lugar, el proyecto realiza una categorización de los países latinoamericanos en términos de colaboraciones en materia de patentes, identificando los países centrales y los periféricos y señalando los países extrarregionales que colaboran con cada uno de estos grupos.

Resultados sobre redes de colaboración entre ciudades:

En consonancia con investigaciones anteriores, nuestros resultados muestran que las ciudades que ocupan una posición central en la red son las más innovadoras. Además, encontramos que la mayoría de las ciudades centrales de América Latina mantienen vínculos con agentes externos. Por tanto, hay una serie de ciudades latinoamericanas que parecen desempeñar un papel especialmente relevante en la configuración de la red regional, así como en la conexión de la región con los centros globales de innovación. Dichas ciudades latinoamericanas pueden considerarse como ciudades relacionales, es decir, ciudades que intermedian entre las redes de conocimiento globales y los regionales (Sigler & Martinus, 2017).

Sin embargo, hemos encontrado que no todos los vínculos de colaboración que se establecen desde las ciudades latinoamericanas tienen el mismo efecto sobre la innovación: mientras que los vínculos con otras ciudades latinoamericanas no parecen influir en la innovación, las conexiones con ciudades de otras partes del mundo sí generan impactos positivos. Además, encontramos que ser una ciudad intermediaria parece afectar negativamente a los niveles futuros de patentes. Por lo tanto, mientras que las redes de conocimiento pueden mostrar sobre todo beneficios para el conjunto del sistema (Galaso 2011, 2018), aquellas ciudades que intermedian tanto dentro de la región como entre la región y otras partes del mundo experimentan efectos negativos en sus resultados de innovación.

Analizando estos resultados en el contexto de la literatura sobre el funcionamiento de los sistemas de innovación latinoamericanos, encontramos una gran evidencia que destaca las debilidades sistémicas y la orientación hacia el exterior de estos sistemas. Los sistemas de innovación latinoamericanos han sido caracterizados como inmaduros, con actores y territorios que operan principalmente de forma aislada (Rapini et al., 2009). Tales sistemas están compuestos por agentes heterogéneos, y la mayoría de las actividades dinámicas se han concentrado generalmente alrededor de nodos regionales, regularmente compuestos por institutos de investigación públicos y empresas dinámicas. Esta situación ha recibido gran atención, en particular en lo que respecta a la concentración y el desarrollo desigual de las capacidades de investigación e innovación a nivel regional (de Araújo, Gonçalves, & Taveira, 2019; Fischer et al., 2018; German-Soto & Gutiérrez Flores, 2015; Montaña & González, 2007; Niembro, 2020). Sin embargo, este tema ha sido raramente estudiado desde un enfoque sistémico continental (Confraria & Vargas, 2019).

Nuestros resultados corroboran que, aunque un número creciente de innovadores colabora desde distintas ciudades de la región, la red de innovación latinoamericana sigue reflejando una gran concentración en sus principales regiones metropolitanas. Nuestro proyecto contribuye a esta extensa literatura mostrando que la mayoría de los agentes dinámicos (es decir, las ciudades intermediarias) se enfrentan a altos costes asociados a los esfuerzos de coordinación, así como al acceso y la difusión del conocimiento.

Resultados sobre el caso de Uruguay:

Además de generar una base de datos organizada y libre de ambigüedades que permitirá múltiples abordajes para su análisis en investigaciones futuras, el estudio de las patentes registradas en la Dirección Nacional de Propiedad Industrial del Ministerio de Industria Energía y Minería generó interesantes hallazgos acerca de los procesos de invención e innovación en Uruguay.

En primer lugar, se constata que las patentes registradas en Uruguay siguen un patrón común observado mediante el análisis de fuentes internacionales (Bianchi et al., 2021). El pico de crecimiento del número de patentes se da en la década de 1990, con la expansión global de los sistemas de protección de la propiedad intelectual, asociados a las nuevas agendas multilaterales de comercio.

Asimismo, junto con esa tendencia se observa un crecimiento del número de inventores y de propietarios por cada patente. No obstante, esa tendencia es más clara en el caso de patentes solicitadas por no residentes que en aquellas solicitadas por residentes. Al igual que sucede en muchos otros países, las patentes se concentran en pocos actores (ley de potencia). Las patentes registradas por actores residentes en Uruguay muestran claras diferencias con las patentes realizadas por actores no residentes. Por ejemplo, los niveles de colaboración son inferiores para las de residentes. Esto implica que los actores residentes están, en promedio, peor conectados a las redes de colaboración. Además, este hallazgo podría estar indicando que las patentes de residentes son menos complejas al no requerir división del trabajo y especialización en

equipos de investigación. Las tecnologías en las que se patentan son también diferentes, las de residentes abarcan tecnologías más heterogéneas mientras que las de no residentes se concentran en sectores de con fuertes regímenes de protección de la propiedad intelectual, o en aquellos donde se recibe inversión extranjera.

Por otra parte, como ocurre en muchos otros aspectos en Uruguay, las actividades de patentamiento están concentradas geográficamente, principalmente en Montevideo, pero también en el resto de la franja costera. En tal sentido, resulta particularmente relevante la fuerte relación observada entre las patentes y los niveles de desarrollo institucional del territorio.

Finalmente, los datos de patentes ofrecen evidencia de las conexiones que hay entre Uruguay y sus países vecinos, especialmente con Argentina y Brasil. Hacia fuera de la región, las redes destacan el vínculo con Estados Unidos y, más recientemente, con Finlandia, seguramente asociado con el sector forestal y la producción de pasta de celulosa.

Conclusiones y recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en este proyecto, se pueden extraer una serie de conclusiones y recomendaciones. A escala latinoamericana, nuestros resultados parecen indicar que las capacidades de absorción de conocimientos y de conectividad entre actores de los sistemas de innovación de la región han aumentado en las últimas décadas, mostrando, en la mayoría de los casos, una relación positiva entre ambas capacidades. Sin embargo, la evolución de cada capacidad y la correlación entre ellas varía, especialmente cuando consideramos las redes de inventores y las de empresas y organizaciones de investigación.

Además, nuestros resultados permiten identificar diferentes niveles de madurez entre los sistemas de innovación latinoamericanos según la evolución conjunta de las capacidades de absorción de conocimientos y de conectividad. En concreto, los tres países más grandes de la región (Argentina, Brasil y México) presentan las redes más grandes, trayectorias evolutivas similares de las capacidades de absorción y conectividad y características estructurales marcadamente diferentes en sus redes de colaboración. Entre los países con redes de tamaño medio (Colombia, Chile, Cuba y Venezuela), observamos trayectorias diferentes asociadas a características estructurales de los sistemas de innovación previamente identificadas en la literatura y evidencia de la (des)acumulación de masa crítica en los sistemas de innovación latinoamericanos. Finalmente, el resto de los países de la región presentan redes pequeñas y extremadamente fragmentadas.

Respecto a las redes de colaboraciones internacionales entre países cabe preguntarse: ¿Cuáles son las implicaciones de las estructuras de red encontradas en nuestra investigación? Es de decir, ¿Qué podemos concluir de la orientación extra-regional y la configuración en forma de centro-periferia en América Latina? En primer lugar, la orientación extra-regional de las redes, puede estar revelando una importante debilidad del sistema regional de innovación en América Latina. La escasez de vínculos intrarregionales muestra la ausencia de una dinámica de colaboración latinoamericana y, por lo tanto, revela que el conocimiento no fluye de un país a otro en la región, lo que hace muy difícil generar nuevas innovaciones basadas en el conocimiento latinoamericano. Además, esta característica puede estar indicando una alta dependencia de actores externos. Nuestras redes parecen corroborar que los procesos de innovación desarrollados desde América Latina dependen excesivamente de los vínculos con otros países fuera de la región.

En cuanto al segundo rasgo distintivo de las redes internacionales, su estructura centro-periferia, la literatura sobre redes de innovación ha demostrado que este tipo de configuración es eficiente en términos de difusión del conocimiento ya que la distancia media entre sus nodos suele ser pequeña (Schilling & Phelps, 2007). Además, las redes centro-periferia potencian los mecanismos de coordinación entre los diferentes actores (Crespo et al., 2016). Sin embargo, en las redes muy centralizadas los vínculos se distribuyen de forma desigual y se concentran demasiado en una pequeña proporción de nodos (es decir, los países del núcleo), lo que puede proporcionarles un poder de monopolio sobre el flujo de información y puede reducir los resultados colectivos de los procesos de innovación (Shi & Guan, 2016).

En nuestra red, la estructura centro-periferia parecería estar revelando una fuerte disparidad de la actividad innovadora, con grandes países como Brasil, México y, en menor medida, Argentina, Chile o Colombia, que monopolizan la mayor parte de los vínculos de colaboración internacional, mientras que la mayor parte de la región permanece desconectada entre sí. Esto podría estar reflejando un desaprovechamiento de potenciales vínculos de colaboración subregional entre países cercanos que podrían estar compartiendo proyectos de investigación, complementando sus capacidades y recursos para mejorar los procesos de innovación. Podemos estar evidenciando una especie de pérdida de espacios de aprendizaje interactivo, que ha sido tempranamente señalada como una falla crónica del sistema de conocimiento en condiciones de subdesarrollo (Arocena y Sutz, 2003)

Finalmente, en cuanto a la presencia de países extrarregionales en el núcleo de la red, esta característica parece corroborar la gran dependencia de América Latina de los países líderes en los procesos de innovación. En particular, EE.UU., China y algunos países europeos aparecen persistentemente en el núcleo de la red latinoamericana, interactuando

fuertemente con los países líderes de la región, y operando también como intermediarios entre las economías pequeñas e intermedias de América Latina que se ubican en la periferia de la red. Una estructura de red similar ha sido documentada para los vínculos de inversión (Sánchez Díez et al., 2016; Galaso y Sánchez Díez, 2020), pero no hay evidencia para las colaboraciones asociadas a la invención. Por eso, destacamos la novedad de este hallazgo empírico, al medir todo el sistema regional y permitir observar una muy alta influencia de los líderes mundiales en los procesos de innovación de la región, y en la sostenibilidad de los vínculos intrarregionales. Dicha influencia parece excesiva si se persigue un potencial sistema latinoamericano más integrado.

La comprensión de estas dinámicas de red ofrece pistas para las agencias nacionales de innovación y los actores de las políticas públicas que busquen promover o fomentar actividades de innovación en colaboración con otros países. El conocimiento de las redes estudiadas en nuestro proyecto puede ayudar a insertar mejor a cada país en la red latinoamericana y, por lo tanto, a mejorar los procesos de innovación a través de las colaboraciones internacionales adecuadas. Además, a nivel regional, el diseño de mecanismos para el fortalecimiento de un sistema regional de innovación debería tener en cuenta esta forma de interacción que presentan los países de América Latina, promoviendo las colaboraciones intrarregionales y la inserción de las economías intermedias y medianas en el centro de la red de colaboración latinoamericana.

Nuestro proyecto también abre otras vías de investigación futura en cuanto a las redes de colaboración entre países. Por ejemplo, el estudio de las redes internacionales de colaboración con un enfoque sectorial, identificando las industrias de mayor relevancia para América Latina. Además, aunque existen algunos estudios previos que analizan las redes de innovación a escala micro (por ejemplo, las redes de inventores), estos trabajos se han centrado en el estudio de casos de países, pero aún no existen antecedentes de micro redes a escala latinoamericana. Futuras investigaciones pueden contribuir a complementar nuestros hallazgos con avances en estas líneas.

Finalmente, respecto a las redes de colaboración entre ciudades los resultados del proyecto permiten examinar las compensaciones de la intermediación desde una perspectiva no dicotómica. Es decir, más allá de considerar los costos o beneficios de la intermediación, ayudan a comprender los complejos efectos no lineales en los procesos de innovación que llevan a cabo agentes heterogéneos de distintas ubicaciones geográficas.

En este sentido, la evidencia reportada en el proyecto permite comprender el papel de las ciudades como agentes sistémicos. El proyecto corrobora, para los sistemas de innovación latinoamericanos los efectos positivos sobre el patentamiento que muestran los nodos centrales en las redes interurbanas (Yao et al., 2020). Sin embargo, a diferencia de otros trabajos, en el proyecto arrojamus luz sobre los beneficios y costos que enfrentan las ciudades intermediarias de la región. Estas ciudades parecen afrontar costes relativamente mayores que los beneficios que obtienen de las redes de conocimiento. Aunque estas conclusiones son coherentes con los amplios antecedentes de investigación sobre sistemas de innovación regionales y nacionales en América Latina, hasta donde sabemos, los efectos reportados en el proyecto no han sido medidos o estimados previamente a nivel continental.

También encontramos resultados opuestos para los efectos dentro de la ciudad y entre ciudades de los vínculos extrarregionales sobre la innovación. Merece la pena analizar estos resultados desde una perspectiva dinámica y a la luz de los estudios de innovación a nivel de empresa. Basándonos en este enfoque, podemos conjeturar que los efectos de los vínculos con ciudades situadas en regiones avanzadas tienen un efecto no lineal en la producción de patentes de las ciudades latinoamericanas. Un efecto que varía según el tiempo y la acumulación de capacidad interactiva local. Por ejemplo, el mantenimiento de los vínculos con Norteamérica y/o Europa parece afectar positivamente a los resultados de la innovación hasta cierto punto. A partir de ese momento, las nuevas colaboraciones pueden implicar un esfuerzo de inversión y asignación de capacidades que incrementa desproporcionadamente el costo de la colaboración, hasta reducir la probabilidad de obtener resultados patentables en el periodo inmediatamente posterior. Por otra parte, las nuevas colaboraciones establecidas con países emergentes de Asia parecen aportar más beneficios que costos, ya que se asocian a aumentos en el número de patentes durante los años siguientes a la colaboración.

Esto indica que resulta esencial seguir investigando sobre las redes interurbanas desde un enfoque regional de sistemas de innovación. En particular, porque, a diferencia de las redes a nivel nacional, en los sistemas regionales continentales las ciudades no interactúan según un único coordinador sistémico -es decir, según un estado nacional-, como puede ser el caso de las ciudades de países de tamaño continental, pero con estrategias de desarrollo planificadas centralmente (Fan et al., 2020; Yao et al., 2020).

Este tipo de proyectos de investigación, particularmente para la región latinoamericana, es relevante a la luz del gran esfuerzo realizado por los gobiernos de la región para promover la innovación y el patentamiento durante las últimas décadas, y la secular preocupación en la región por proyectos continentales integradores que contribuyan a dichos planes nacionales. Por lo tanto, las futuras investigaciones en esta área pueden ser insumos muy relevantes para estos proyectos.

Referencias bibliográficas

- Andersson, D. E., Galaso, P., & Sáiz, P. (2019). Patent collaboration networks in Sweden and Spain during the Second Industrial Revolution. *Industry and Innovation*, 26(9), 1075-1102.
- Araújo, I. F. D., Gonçalves, E., & Taveira, J. G. (2018). The Role of Patent Co-inventorship Networks in Regional Inventive Performance. *International Regional Science Review*, 0160017618770717.
- Arocena, R., Sutz, J. (2003). "Knowledge, innovation and learning: systems and policies in the north and in the south". In: Cassiolato, J. E., Lastres, H. M. M., & Maciel, M. L. (Eds.). (2003). *Systems of innovation and development: evidence from Brazil*. Edward Elgar Publishing.
- Archibugi, D. (1992). Patenting as an indicator of technological innovation: A review. *Science and Public Policy*, 19(6), 357–368. <https://doi.org/10.1093/spp/19.6.357>
- Arza, V., Marín, A., López, E., & Stubrin, L. (2018). Redes de conocimiento asociadas a la producción de recursos naturales en América Latina: análisis comparativo. *Revista CEPAL*.
- Beatty, E., Pineda, Y., & Sáiz, P. (2017). Technology in Latin America's Past and Present: New Evidence from the Patent Records. *Latin American Research Review*, 52(1).
- Bello, A. Bianchi, C. (2018) "Educational diversity, organizational structure and innovation performance: Evidence from Uruguayan industry". *Estudios de Economía* 45(2). En prensa.
- Bértola, L., & Ocampo, J. A. (2012). *The Economic Development of Latin America Since Independence*. OUP Oxford.
- Bianchi, C. Gras, N. Sutz, J. (2011) "Make, buy and cooperate in innovation: evidence from Uruguayan manufacturing surveys and other innovation studies". pp 97-122 En: Cimoli, M. Primi, A. Rovira, S. *National innovation surveys in Latin America: empirical evidence and policy implications*. CEPAL, Santiago de Chile.
- Bianchi, C., Bianco, M., Ardanche, M., & Schenck, M. (2017). "Healthcare frugal innovation: A solving problem rationale under scarcity conditions". *Technology in Society*, 51, 74-80.
- Bianchi, C. (2016). "Brazilian Health Biotechnology Innovation System: an essay about the public policy rationale", *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 5 (1). ISSN 2238-8869.
- Bianchi, C. de Freitas, E. (2013). "Propriedade intelectual e aspectos regulatórios em biotecnologia: União Européia". En: Zucoloto, G. de Freitas, E. (Coords) *Propriedade intelectual e aspectos regulatórios em biotecnologia*. pp 59-88 IPEA, Brasília. ISBN 978-85-7811-157-1
- Bianchi, C., Galaso, P., & Palomeque, S. (2020). *Invention and Collaboration Networks in Latin America: Evidence from Patent Data (IECON, Serie Documentos de Trabajo)*. IECON, Serie Documentos de Trabajo. Montevideo.
- Bianchi, C., Galaso, P., & Palomeque, S. (2021). Patent Collaboration Networks in Latin America: Extra-regional Orientation and Core-Periphery Structure. *Journal of Scientometric Research*, 10(1s), s59–s70. <https://doi.org/10.5530/jscores.10.1s.22>
- Breschi, S., & Lissoni, F. (2009). Mobility of skilled workers and co-invention networks: an anatomy of localized knowledge flows. *Journal of economic geography*, 9(4), 439-468.
- Cantner, U., & Graf, H. (2006). The network of innovators in Jena: An application of social network analysis. *Research Policy*, 35(4), 463-480.
- Castellacci, F., & Natera, J. M. (2016). Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity: Development paths in Latin America 1970–2010. *Structural Change and Economic Dynamics*, 37, 27–42.
- Cimoli, M., Crespi, G. (2011). *National innovation surveys in Latin America: empirical evidence and policy implications*. Santiago: ECLAC, 2011. p. 7-14. LC/W. 408.
- Cimoli, M., Ferraz, J. C., & Primi, A. (2005). *Science and technology policies in open economies?: CEPAL*. <http://digitallibrary.un.org/record/564365>
- Clauset, A., Shalizi, C. R., & Newman, M. E. J. (2009). Power-Law Distributions in Empirical Data. *SIAM Review*, 51(4), 661–703. <https://doi.org/10.1137/070710111>
- Cohen, J. (1995). Latin America's Elite Looks North for Scientific Partners. *Science*, 267(5199), 809–810. <https://doi.org/10.1126/science.267.5199.809>
- Confraria, H., & Vargas, F. (2019). Scientific systems in Latin America: performance, networks, and collaborations with industry. *The Journal of Technology Transfer*, 44(3), 874–915. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9631-7>
- Cornell University, INSEAD, and WIPO (2018): *The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation*. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva.
- Crespi, G. & Dutrénit, G. (Eds.). (2014). *Science, technology and innovation policies for development: the Latin American experience*. Springer Science & Business Media.

- Crespo, J., Suire, R., & Vicente, J. (2016). Network structural properties for cluster long-run dynamics: Evidence from collaborative R&D networks in the European mobile phone industry. *Industrial and Corporate Change*, 25(2), 261–282. <https://doi.org/10.1093/icc/dtv032>
- De Noni, I., Ganzaroli, A., & Orsi, L. (2017). The impact of intra- and inter-regional knowledge collaboration and technological variety on the knowledge productivity of European regions. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 108–118. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.003>
- De Prato, G., & Nepelski, D. (2014). Global technological collaboration network: network analysis of international co-inventions. *The Journal of Technology Transfer*, 39(3), 358–375.
- Sánchez Díez, A., Galaso Reca, P., & García de la Cruz, J. M. (2016). Mergers and acquisitions carried out by Spanish firms in Latin America: a network analysis study. *CEPAL Review*.
- Dutrénit, G., Natera, J. M., Puchet Anyul, M., & Vera-Cruz, A. O. (2019). Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 396–412. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.026>
- Fagerberg, J., & Srholec, M. (2008). National innovation systems, capabilities and economic development. *Research Policy*, 37(9), 1417–1435.
- Fan, F., Lian, H., & Wang, S. (2020). Can regional collaborative innovation improve innovation efficiency? An empirical study of Chinese cities. *Growth and Change*, 51(1), 440–463. <https://doi.org/10.1111/grow.12346>
- Fischer, B. B., Queiroz, S., & Vonortas, N. S. (2018). On the location of knowledge-intensive entrepreneurship in developing countries: lessons from São Paulo, Brazil. *Entrepreneurship & Regional Development*, 30(5–6), 612–638. <https://doi.org/10.1080/08985626.2018.1438523>
- Flanagan, K. Uyarra, E. & Laranja, M. (2011). Reconceptualising the 'policy mix' for innovation. *Research Policy*, 40(5), 702–713
- Fleming, L., King, C., & Juda, A. I. (2007). Small worlds and regional innovation. *Organization Science*, 18(6), 938–954. doi: 10.1287/orsc.1070.0289
- Forero-Pineda, C. (2006). The impact of stronger intellectual property rights on science and technology in developing countries. *Research Policy*, 35(6), 808–824.
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social networks*, 1(3), 215–239.
- Galaso, P. (2011). "Capital social y desarrollo económico: un estudio de las redes de innovación en España", tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Galaso, P. (2015). "Diagnóstico del sistema español de innovación: agentes, recursos y resultados", *Economía, Sociedad y Territorio*, 15(49), 807–833.
- Galaso, P. (2018). "Network topologies as collective social capital in cities and regions: a critical review of empirical studies". *European Planning Studies*, 26(3), 571–590
- Galaso, P., & Kovarik, J. (2018). Collaboration Networks and Innovation: How to Define Network Boundaries. MPRA Paper No. 85108.
- Galaso, P., & Kovářík, J. (2021). Collaboration networks, geography and innovation: Local and national embeddedness. *Papers in Regional Science*, 100(2), 349–377.
- Galaso, P., Miranda, A. R., & Goinheix, S. (2018). Local development, social capital and social network analysis: Evidence from Uruguay. *Revista de Estudios Regionales*, 3, 137–163.
- Galaso, P.; Rodríguez Miranda, A.; Goinheix, S.; Martínez, C. & Picasso, S. (2018b). "Redes de cooperación entre empresas: un estudio aplicado a cinco clusters en Uruguay", Instituto de Economía, Serie Documentos de Trabajo, DT 04/2018.
- Galaso, P., & Sanchez-Diez, A. (2020). Core-periphery relations in the international mergers and acquisitions network. *Appl Econ Int Dev*, 20, 23–34.
- German-Soto, V., & Gutiérrez Flores, L. (2015). A Standardized Coefficients Model to Analyze the Regional Patents Activity: Evidence from the Mexican States. *Journal of the Knowledge Economy*, 6(1), 72–89. <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0101-z>
- Gould, R. V., & Fernandez, R. M. (1989). Structures of Mediation: A Formal Approach to Brokerage in Transaction Networks. *Sociological Methodology*, 19, 89. <https://doi.org/10.2307/270949>
- Graf, H. (2010). Gatekeepers in regional networks of innovators. *Cambridge Journal of Economics*, 35(1), 173–198.
- Graf, H. (2017). Regional innovator networks: A review and an application with R (No. 2017-016). Jena Economic Research Papers.
- Grazzi, M. & Pietrobelli, C. (Coord) (2016). Firm Innovation and Productivity in Latin America and the Caribbean. IADB. Palgrave Macmillan, Nueva York.
- Griliches, Z. (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. *Journal of Economic Literature*, 28(4), 1661–1707.

- Guan, J., Zhang, J., & Yan, Y. (2015). The impact of multilevel networks on innovation. *Research Policy*, 44(3), 545–559. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.12.007>
- Kolaczyk, E. D., & Csárdi, G. (2014). *Statistical analysis of network data with R* (Vol. 65). New York: Springer.
- König, M. D., Battiston, S., Napoletano, M., & Schweitzer, F. (2011). Recombinant knowledge and the evolution of innovation networks. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 79(3), 145–164.
- Lemarchand, G. A. (2015). Latin America. En: UNESCO (Ed.), *UNESCO Science Report: Towards 2030*. Paris.
- Lundvall B.A. (1988). "Innovation as an interaction process: from user-producer interaction to the national system of innovation", in Dosi G. et al. (eds.), *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, London.349–369.
- Maietta, O. W. (2015). Determinants of university–firm R&D collaboration and its impact on innovation: A perspective from a low-tech industry. *Research Policy*, 44(7), 1341–1359.
- Maillat, D. (1998). From the industrial district to the innovative milieu: Contribution to an analysis of territorialised productive organisations. *Recherches Économiques de Louvain / Louvain Economic Review*, 64(1), 111–129.
- Montaño, S. H., & González, E. D. (2007). La producción y el uso del conocimiento en México y su impacto en la innovación: análisis regional de las patentes solicitadas. *Análisis Económico*, 22(50), 185–217.
- Newman, M. E. J. (2005). Power laws, Pareto distributions and Zipf's law. *Contemporary Physics*, 46(5), 323–351. <https://doi.org/10.1080/00107510500052444>
- Niembro, A. (2020). Las disparidades entre los sistemas regionales de innovación en Argentina durante el periodo 2003–2013. *Economía Sociedad y Territorio*, 20(62), 781–816. <https://doi.org/10.22136/est20201381>
- Palomeque, S. & Brida, J. G. (2017). Innovation, Collaboration & Public Policies: An Approach Based on Agents. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2988610> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2988610>
- Phelps, C., Heidl, R., & Wadhwa, A. (2012). Knowledge, networks, and knowledge networks: A review and research agenda. *Journal of management*, 38(4), 1115–1166.
- Pippel, G. (2013). The impact of R&D collaboration networks on the performance of firms: a meta-analysis of the evidence. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 12(4), 352–373.
- Pittaluga, L. Bianchi, C. Roman, C. Snoeck, M. Zurbruggen, C. (2008) *Redes de Innovación: políticas e instrumentos*. Agencia Nacional de Investigación e Innovación, Montevideo.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2005) "Informe Nacional de Desarrollo Humano. Uruguay: hacia una estrategia basada en el conocimiento". PNUD. Montevideo.
- Rapini, M. S., da Motta e Albuquerque, E., Chave, C. V., Silva, L. A., de Souza, S. G. A., Righi, H. M., & Cruz, W. M. S. da. (2009). University–industry interactions in an immature system of innovation: evidence from Minas Gerais, Brazil. *Science and Public Policy*, 36(5), 373–386. <https://doi.org/10.3152/030234209X442016>
- Robins, G., Pattison, P., Kalish, Y., & Lusher, D. (2007). An introduction to exponential random graph (p*) models for social networks. *Social networks*, 29(2), 173–191.
- Sáiz, P., & Amengual, R. (2018). Do patents enable disclosure? Strategic innovation management of the four-stroke engine. *Industrial and Corporate Change*.
- Sáiz, P., Cayón, F., Blázquez, L. & Llorens, F. eds. 2000. Base de datos de solicitudes de patentes. España, 1878–1939. Madrid: OEPM. <http://historico.oepm.es/patentes.php>.
- Schilling, M. A., & Phelps, C. C. (2007). Interfirm Collaboration Networks: The Impact of Large-Scale Network Structure on Firm Innovation. *Management Science*, 53(7), 1113–1126. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1060.0624>
- Sigler, T. J., & Martinus, K. (2017). Extending beyond 'world cities' in World City Network (WCN) research: Urban positionality and economic linkages through the Australia-based corporate network. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 49(12), 2916–2937. <https://doi.org/10.1177/0308518X16659478>
- Shadlen, K. C. (2011). The political contradictions of incremental innovation: lessons from pharmaceutical patent examination in Brazil. *Politics & Society*, 39(2), 143–174.
- Shi, Y., & Guan, J. (2016). Small-world network effects on innovation: Evidences from nanotechnology patenting. *Journal of Nanoparticle Research*, 18(11), 329. <https://doi.org/10.1007/s11051-016-3637-1>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. (null, Ed.) (Vol. 8). Cambridge University Press.
- Yao, L., Li, J., & Li, J. (2020). Urban innovation and intercity patent collaboration: A network analysis of China's national innovation system. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120185. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120185>

Licenciamiento

Reconocimiento 4.0 Internacional. (CC BY)

