



Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad

ISSN: 2145-7778

ISSN: 2145-4426

trilogia@itm.edu.co

Instituto Tecnológico Metropolitano

Colombia

Uribe Gómez, Julián Alberto

Una perspectiva de la innovación tecnológica en Latinoamérica

Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, vol. 11, núm. 20, 2019, Enero-Junio 2020, pp. 101-125

Instituto Tecnológico Metropolitano

Colombia

DOI: <https://doi.org/10.22430/21457778.1214>

- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org





Una perspectiva de la innovación tecnológica en Latinoamérica*

An approach to technological innovation in Latin America

Julián Alberto Uribe Gómez**

* El artículo surge del grupo de investigación Ciencias administrativas de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas del Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM.

** Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM. Grupo de Investigación Ciencias Administrativas. Medellín, Colombia. E-mail: julianuribe@itm.edu.co

Fecha de recepción: 3 de agosto de 2018

Fecha de aceptación: 6 de noviembre de 2018

Cómo referenciar/How to cite

Uribe Gómez, J. A. (2019). Una perspectiva de la innovación tecnológica en Latinoamérica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(20), 101-125.

<https://doi.org/10.22430/21457778.1214>

Resumen: la ciencia, la tecnología y en especial su producto derivado, la innovación, es uno de los factores importantes para el desarrollo económico y social de un país; sin embargo, existen requerimientos fundamentales a tener en cuenta para que la innovación pueda emerger, estos son, por ejemplo: la cooperación entre actores del sistema de innovación, talento humano existente y capacitado, la política pública, el desarrollo empresarial, las alianzas público-privadas, entre otros. No obstante, es por estas múltiples combinaciones entre dichas variables que el surgimiento de la innovación es un escenario complejo de trabajar, estudiar y de predecir. Por lo tanto, el objetivo principal es conocer y comparar el estado de la innovación presente en los diferentes países de América Latina; para esto se hizo una descripción de los conceptos fundamentales sobre esta temática, se revisaron fuentes de información secundarias estructuradas contenidas en directorios académicos y fuentes primarias y se analizaron los datos obtenidos de dichas fuentes, teniendo en cuenta las variables más relevantes.

Palabras clave: indicadores, desarrollo, economía, sociedad.

Abstract: Science, technology, and (especially their derived product) innovation are some of the most important factors for the economic and social development of a country. However, key aspects should also be considered for innovation to be possible; for instance, cooperation among actors in the innovation system, available qualified human talent, public policies, corporate development, and public-private partnerships. Nevertheless, as a result of multiple combinations of variables, innovation occurrence is difficult to improve, study, and predict. Therefore, the main objective of this work is to describe and compare the state of innovation in different countries in Latin America. For that purpose, the main concepts in this field are defined, and structured secondary sources of information in academic databases and primary sources were reviewed. Moreover, data from those sources were analyzed considering the most relevant variables.

Keywords: indicators, development, economy, society.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de los mercados y las compañías a causa de la globalización, su continua expansión como resultado de los clientes, las tecnologías emergentes, la privatización de la producción y los avances en las comunicaciones han enfatizado la importancia de la tecnología en los productos y servicios para el mejoramiento de la cadena de valor de las empresas. Petraglia (2011) considera que estas tendencias explican el interés de las empresas y gobiernos en la competitividad.

De acuerdo con esto, la competitividad puede ser explicada a través de la tecnología y la innovación como motor de crecimiento y desarrollo económico, sin embargo, la innovación tecnológica no es totalmente comprendida por los gobiernos, quienes son los que desarrollan y evalúan los planes económicos de las naciones (Morrison, Pietrobelli, & Rabellotti, 2008; Castrillón, 2015). Adicional a esto, existen muchos innovadores en la industria, quienes están frustrados debido a que las administraciones no los reconocen como son (Grierson, 1979).

Dos de los factores principales que han beneficiado la aparición de la innovación y ha incrementado su importancia, se encuentran en la revolución tecnológica y la competencia entre empresas para obtener una porción del mercado (Xu, Song, & Liu, 2008), pero no solamente el sector económico es clave, la innovación tecnológica también tiene efectos sobre las condiciones laborales y la vida humana.

En este sentido, para explorar este tema, el artículo se divide de la siguiente manera: la primera parte explora y define el concepto de innovación y de tecnología; la segunda parte define de modo breve el proceso de innovación y el sistema regional de innovación; una tercera parte busca comparar los diferentes países en el contexto de la innovación y la tecnología; y finalmente, se muestran las conclusiones generales sobre este tema. De este modo, las preguntas de investigación que se abordarán para el desarrollo de este artículo son las siguientes: ¿Se considera representativa y esencial la innovación tecnológica para el desarrollo y crecimiento económico de un país? ¿Cómo ha sido la evolución del desarrollo tecnológico e innovador como comparativo en los distintos países de Latinoamérica?

METODOLOGÍA

Para dar respuesta a las preguntas de investigación propuestas en este artículo, se hizo un planteamiento a través de tres referentes teóricos, que son:

1. Concepto de innovación: donde se busca sentar precedentes y distinciones entre varios términos, comprendiendo así qué es la innovación.
2. Procesos de innovación: cómo se gestan en los diferentes entornos, en qué consisten y por qué son importantes.
3. Concepto de sistemas de innovación: es aquel donde se gesta y se explota la innovación mediante relaciones entre instituciones.

Para el desarrollo de los puntos antes mencionados, se realizó una búsqueda en bases de datos primarias como Google academic y Research gate; y secundarias, como Science direct, Scopus y Jstor. Esta búsqueda permitió comprender los referentes teóricos, donde se consultaron 71 % de referencias de los últimos 10 años, desde 2008 hasta 2018; esto significa 42 artículos de 51 consultados en total para la revisión de literatura, tal y como se observa en la Tabla 1, pero, además, se utilizaron datos de diversas fuentes sobre ciencia y tecnológica desde el año 2004 hasta 2015, como son: la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICyT), el Observatorio de ciencia y Tecnología (OCyT) y el Foro Mundial de Competitividad.

En la Figura 1, se puede ver el mapa de calor de las principales palabras claves consultadas, para dirigir la búsqueda de los artículos a través de las bases de datos. La búsqueda incluyó palabras tales como: innovación, tecnología, patentes, región, Latinoamérica, innovation y technology.

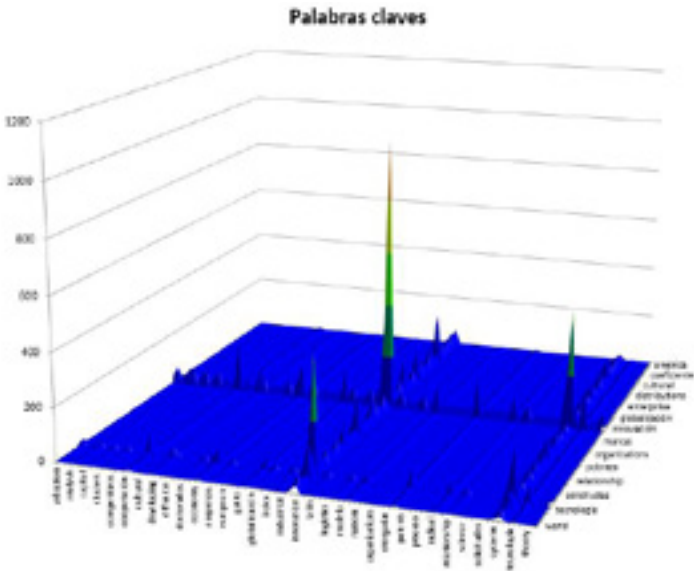
Posterior, los indicadores más pertinentes sobre ciencia, tecnología e innovación encontrados en el marco de referencia, se compararon entre los países de Latinoamérica mediante las diversas series de datos construidas. Finalmente, se concluyó cómo es el comportamiento de la innovación y qué se espera de la innovación tecnológica en el desarrollo de los países de la región, en especial Colombia.

Tabla 1. Año de las fuentes consultadas

AÑO DE REFERENCIA	PORCENTAJE ACUMULADO REFERENCIAS CITADAS EN EL ARTÍCULO	NÚMERO DE REFERENCIA POR AÑO
1977	2 %	1
1979	4 %	1
1995	6 %	1
2005	8 %	1
2006	14 %	3
2007	18 %	2
2008	29 %	6
2009	31 %	1
2010	37 %	3
2011	49 %	6
2012	63 %	7
2013	73 %	5
2014	76 %	2
2015	84 %	4
2017	86 %	1
2018	100 %	7

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Mapa de calor de las palabras claves en los artículos



Fuente: elaboración propia.

MARCO DE REFERENCIA

El concepto de innovación

El término 'innovación' abarca un campo extenso de definiciones, así como también dimensiones; básicamente todo depende del campo de estudio y de la experticia de la escuela de pensamiento que lo defina, sin embargo, es cierto que el término tiene un «origen».

Inicialmente, el término 'innovación' puede situarse en los postulados de Schumpeter, en su libro *Teoría del desenvolvimiento económico*. Allí el autor explica los fenómenos asociados con la esfera industrial y comercial, que alteran de manera espontánea y discontinua los procesos de la vida económica (Rodríguez & Naranjo-Valencia, 2008; Bulut, Eren, & Halac, 2013).

Sin embargo, autores como Petraglia (2011) definen la innovación como: tener una idea sobre un proceso o una herramienta como nueva, pero con mejoras relevantes y sustanciales. Diaconu (2011) define la innovación como: una solución de avance tecnológico, alcanzadas mediante tecnología de punta. Bravo (2012), citando el *Manual de Oslo* (OECD, 2005) define la innovación como: «la introducción de un nuevo o significativamente mejorado, producto (bien o servicio) de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores», Finalmente, Diessler (2010) citado en (von Zedtwitz, Corsi, Sørberg, & Frega, 2015) define en términos generales que la innovación es la aplicación comercial de una idea, la cual fluye a través de tres estados importantes que son: la idea, el desarrollo y la introducción al mercado.

La innovación comúnmente incluye dos conceptos importantes para su desarrollo, que se encuentran implícitos en su definición. El primero sería creatividad, y el segundo invención; algunas veces estos conceptos son confundidos con innovación, especialmente el término invención (Gardner, Acharya, & Yach, 2007), entonces es importante conocer sus definiciones a fin de lograr un correcto uso de los términos; así, 'creatividad' puede ser definida como la habilidad de tener ideas originales, es decir, ver diferentes maneras de hacer algo o crear combinaciones de conceptos (ReVelle, 2014). Por otra parte, la invención es desde un punto de vista económico y comercial, definido como una nueva idea, un

nuevo descubrimiento científico o una novedad tecnológica, la cual no ha sido implementada o difundida (Diaconu, 2011); esto difiere con la innovación, ya que esta es la aplicación comercializable de la invención.

Uno de los mecanismos más comúnmente utilizados y estudiados en la literatura es la difusión y la adopción de tecnología (Autant-Bernard, Chalaye, Manca, Moreno, & Suriñach, 2010), esto es particularmente importante, ya que sin difusión, la innovación tendría muy poco impacto, tanto económico como social.

Otro concepto confuso y que está asociado con innovación, invención o creatividad es el concepto de tecnología, y aunque los conceptos sean familiares y complementarios entre sí, ello no implica una equivalencia. Al respecto, se puede definir la tecnología como: el proceso a través del cual los seres humanos diseñan herramientas y máquinas para incrementar su control y su comprensión del entorno material. El término proviene de las palabras griegas *tecné*, que significa 'arte' u 'oficio'; y *logos*, 'conocimiento' o 'ciencia', área de estudio; por tanto, la tecnología es el estudio o ciencia de los oficios (Bravo, 2012).

Una vez establecidas las diferencias entre los términos es necesario conocer los estados que tiene la innovación, debido a que esta tiene dimensiones que difieren entre sí y son entendidas de diversas maneras, las cuales son: rutinaria y radical.

En la innovación rutinaria, el mercado es familiar al producto pero la tecnología es novedosa; por otro lado, la innovación radical se basa en introducir un nuevo producto o servicio al mercado, con una tecnología también nueva (Petraglia, 2011; Di Benedetto, DeSarbo, & Song, 2008).

Estos tipos de innovación se pueden encontrar en las organizaciones de las siguientes formas (Lewandowski, 2015; Diaconu, 2011):

- Innovaciones de productos
- Innovaciones técnicas y tecnológicas relacionadas con la implementación de tecnologías en los procesos
- Innovaciones organizacionales en estructuras y procesos administrativos.
- Innovación en exploración de nuevos mercados
- Innovación en el modelo de negocios y ofrecimiento de productos

Todo esto implica que según el *Manual de Oslo* (OECD, 2005), para que exista innovación hace falta, como requisito mínimo, que el producto, el proceso, el método de comercialización o el método de organización sean nuevos, o significativamente mejorados (Bravo, 2012), implicando así a todas las áreas de la organización o las empresas.

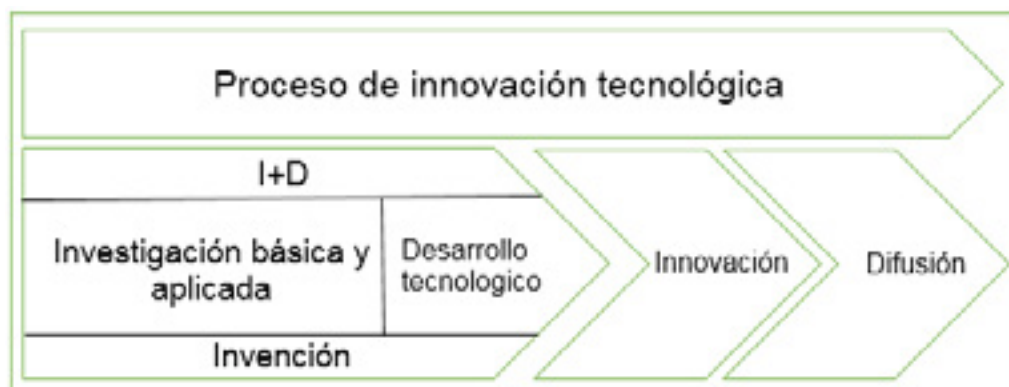
Otra definición importante a tener en cuenta, sobre todo en los procesos de innovación y cambio es el concepto de innovación tecnológica, aquí se fusionan dos conceptos antes mencionados: por un lado está el de innovación y el de tecnología, juntos son enmarcados como la principal fuente para las empresas de alcanzar la competitividad, desarrollar una ventaja competitiva y crear dinamismo en el capitalismo moderno (Papaioannou, Building, Hall, & Keynes, 2011), de acuerdo con su contenido esta puede ser dividida en innovación de producto o proceso (Xu *et al.*, 2008).

Es importante anotar que la innovación surge desde un medio social. Cataño (2017) sustenta esto, ya que el término innovación recibió acogida por primera vez en las ciencias sociales debido a los cambios surgidos a través de la nueva economía, es allí donde interactúan muchos factores humanos, esto implicaría que encierra un grado alto de incertidumbre que debe ser considerada antes de su introducción y después en la economía, lo que lleva a pensar que el proceso de innovación debe ser cuidadosamente planeado, ya que como proceso implica un desequilibrio continuo (Nelson & Winter, 1977).

El proceso de innovación

La innovación es una forma de alcanzar la competitividad en las empresas o en las naciones, por lo tanto, debe abordarse como un proceso sistemático. Una representación del proceso de innovación mencionado puede ser visto en la Figura 2. Básicamente, el proceso de innovación busca explotar y utilizar capacidades en investigación básica y aplicada, así como también apoyarse en conceptos como la invención, la investigación y el desarrollo. Aplicando correctamente estos factores se llega a un estado de innovación y posteriormente de difusión.

Figura 2. Proceso de innovación tecnológica



Fuente: adaptado de Diaconu (2011).

Con respecto al proceso de innovación, vale la pena puntualizar que las organizaciones que incorporan la innovación a sus procesos adoptan una actitud abierta al cambio y se posicionan mejor en el mercado (González & Rodenes, 2008), esto es debido principalmente al desarrollo de capacidades tecnológicas de innovación, las cuales son generación de conocimiento, capacidad de innovación, capacidad de redes de innovación, capacidad en innovación tecnológica empresarial, innovación en el medio ambiente y desempeño de la innovación (Wu & Wu, 2006).

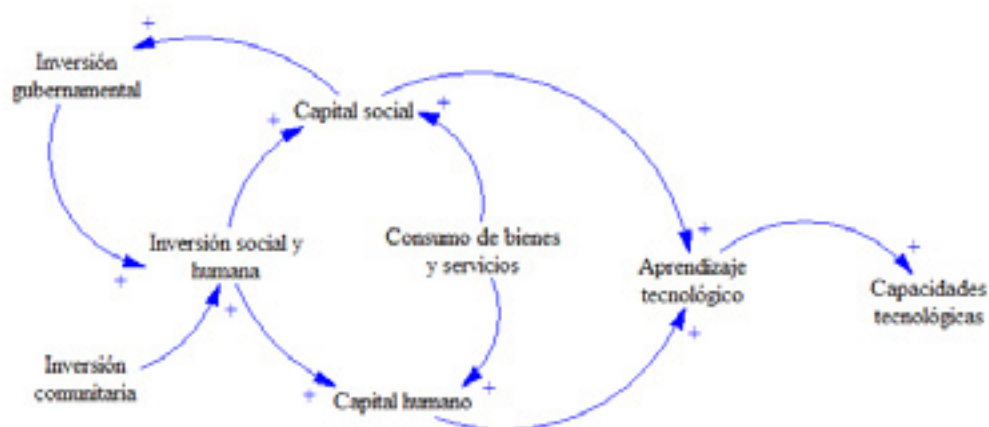
En la Figura 3 se puede ver un diagrama de causalidad, donde se explica cómo diferentes factores llevan a generar capacidades tecnológicas dentro del proceso de innovación; las capacidades tecnológicas son generadas por un aprendizaje tecnológico, el cual simplemente es la unión entre dos factores: el capital social y el humano. Es importante notar que el proceso de innovación y la generación de capacidades para la competitividad no puede ser del todo posibles sin la inversión gubernamental (Robledo & Ceballos, 2008).

El proceso de innovación puede ser generador de los siguientes resultados en el sistema de innovación, según el autor Vaughan (2012), creando así ventajas competitivas para la organización:

- Nuevos productos e invenciones
- Adaptación y evolución de nuevos productos
- Nuevas formas de resolver problemas
- Generación de mejora continua

- Reducción de costos creando valor
- Responder de forma más rápida a los clientes y al mercado
- Generando servicios que beneficien a la sociedad
- Nuevas formas de pensar la empresa
- Incrementando la eficiencia

Figura 3. Generación de capacidades



Fuente: adaptado de Robledo y Ceballos (2008).

El Sistema de Innovación (SI)

La innovación no solamente requiere de una idea o un sistema de ventas, también de procesos y sistemas altamente relacionados, no solamente dentro de la empresa, sino en muchos casos con otros agentes, entiéndase este concepto como otras empresas, universidades, centros de investigación, entes gubernamentales, entre otros (Ribeiro, 2006).

La innovación, por lo tanto, es un sistema que permea múltiples sectores económicos, y respecto a esto se puede empezar a hablar de competitividad. Ahora, la innovación dentro de una región o un país recibe muchos nombres, en el caso de un país se podría definir un Sistema de Innovación (de ahora en adelante SI) nacional, o dentro de una región la denominaríamos SI regional; ambos factores tienen una profunda relación con el desarrollo (Albuquerque & Suzigan, 2015). Preparar y desarrollar capacidades tecnológicas de innovación propias no es solamente lento y costoso, sino que requiere esfuerzos técnicos,

de infraestructura de información y comunicación y un sistema de interacción con otros agentes que integren esos conocimientos (Ivan & Iacovoiu, 2009), estos SI tienen como objetivo mejorar el desempeño del sistema a un nivel macro de la economía, así, las industrias y las regiones deben implementar y acumular capacidades como un solo y complejo sistema interconectado (Khasuntsev & Malanicheva, 2013).

Un SI debe ser desarrollado mediante una difusión acertada del conocimiento que se crea al interior de las instituciones u organizaciones, la difusión de la innovación como último estado del proceso de innovación es definida como una fase de comunicación a través de canales especiales a todos los miembros de un sistema social, en un periodo de tiempo (Wang, Yao, Gu, Hu, & Dai, 2013).

González y Rodenes (2008) consideran que las empresas de distintos sectores han encontrado que una de las mejores formas de hacer frente a la poca competitividad puede ser a través del desarrollo de una colaboración empresarial con actores externos que posean habilidades o recursos, que permitan fomentar la innovación y el crecimiento, por medio de la incorporación a redes empresariales, ya que a través de una red empresarial, una empresa puede desarrollar relaciones que aseguren su acceso a recursos externos y la venta de sus productos y servicios, esto indica que la colaboración es la clave para la innovación (Inoue & Liu, 2015).

Así, un SI puede ser definido de varias maneras, puede ser visto como una red localizada de actores e instituciones de sectores públicos y privados, cuyas actividades e interacciones van destinadas a generar, importar, modificar y difundir nuevas tecnologías buscando la competitividad en el medio mundial, nacional y empresarial (Wu & Wu, 2006); también como la creación, difusión y utilización del conocimiento mediante la interacción de múltiples instituciones dentro de límites definidos (Amir, Thiruchelvam, & Ng, 2013).

Un SI que apoye la generación de competitividad e innovación debe aumentar la demanda de conocimiento científico en las empresas, impulsar el predominio de las ciencias básicas, tener mayores inversiones en I+D y apoyar la investigación científica en profesionales y no solo entrenarlos (Delvenne & Thoreau, 2012).

RESULTADOS

Los países frente a la innovación tecnológica

En los referentes teóricos se definieron los conceptos claves para entender cómo la competitividad y las capacidades generan mejores resultados en un entorno globalizado, principalmente. Este artículo ha generado que el sistema de innovación se explique de forma *Top-Down*, iniciando por los conceptos, dando lugar a los efectos empresariales; luego, a las diferentes formas en las cuales se configuran los SI, lo cual, en resumen, definirá una manera de explicar estas iniciativas mediante indicadores por nación en Latinoamérica.

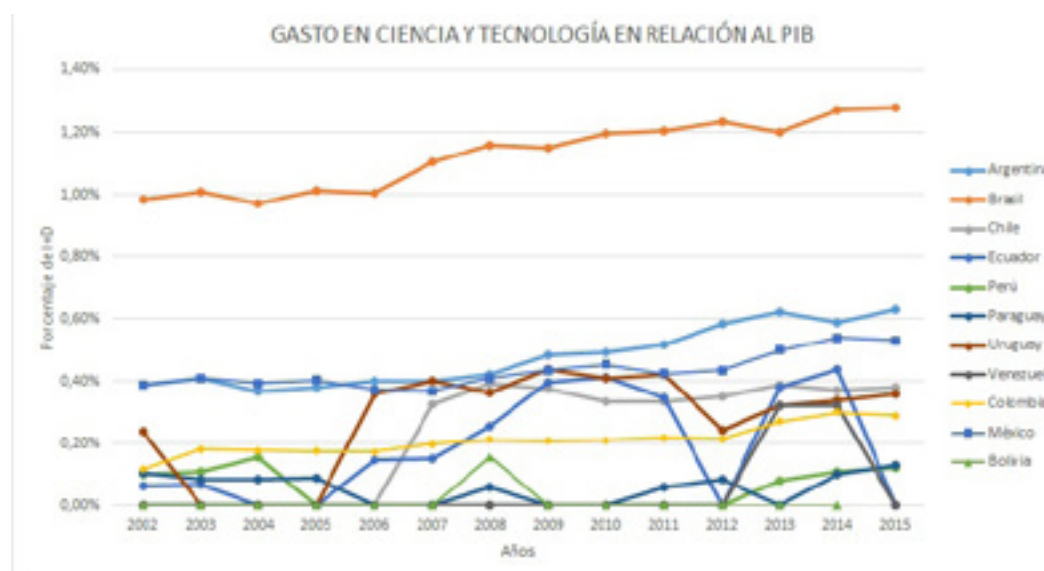
La competitividad de una nación o un país es entendida como la habilidad para competir en conocimiento intensivo o en sectores de alto valor agregado, como el de alta tecnología (Alcorta & Peres, 1998); también puede ser vista como la habilidad de sobrepasar a los competidores. Esto implica que el valor de la empresa sea más alto cuando llega a sus clientes que por la producción misma que esta genera (Hu, 2010), todo esto, depende principalmente de las capacidades de innovación de sus empresas (Petraglia, 2011). Son muchas las formas de construir estas capacidades, algunas de ellas se visualizaron en párrafos anteriores, pero otras incluyen adaptar las tecnologías generadas de otros países a un contexto propio (Petraglia, 2011); respecto a esto se puede decir que las empresas que invierten más en innovación y tecnología adquieren mejores resultados y retornos económicos que aquellas que no lo hacen (Xu *et al.*, 2008).

Por otro lado, los gobiernos son partícipes de ese proceso de innovación y la generación de capacidades, de este modo, estos esperan resultados y prestan mayor atención a las patentes, publicaciones científicas, vínculos de cooperación, a la infraestructura básica para la innovación y por supuesto a la competitividad, la cual es resultado de lo anterior (Wu & Wu, 2006), no obstante, otros autores proponen estudiar las marcas registradas como indicador de innovación (González & Lameiras, 2007). Lo cierto es que independiente del indicador, surge la necesidad de estudiar las patentes generadas, en el sentido de la transferencia de los resultados científico-tecnológicos medidos por ese indicador, para su transformación en innovaciones tecnológicas y posible indicador de capacidad (Zaldívar & Oconnor, 2012) y capitalización del conocimiento (Ivanovic & Keser, 2011). Además, los países utilizan indicadores para medir sus desempeños en

ciencia, tecnología e innovación, como medida de su competitividad en el mercado global y local.

Para que una nación genere capacidades de innovación y competitividad es importante que desarrolle sus recursos, de acuerdo con esto, son importantes dos factores: el primero es una política económica; y segundo, marcos intelectuales apropiados para entender cómo emerge la tecnología y la innovación (Williams & Woodson, 2012). En la Figura 4 se puede ver cómo cada país impulsa estos dos mecanismos con base en su porcentaje destinado a investigación y desarrollo, donde se puede ver a Brasil encabezando la lista, seguido por Argentina, México y Chile. Colombia, desde el año 2002 al 2015, se ha mantenido en un promedio de 0.19 % del gasto. Sifontes y Morales (2011) consideran que a medida que se diversifiquen los aparatos productivos de los países latinoamericanos, se requerirá mayor inversión en investigación y desarrollo, generando así mayores posibilidades para la invención.

Figura 4. Porcentaje de I+D como Gasto del PIB



Fuente: adaptado de RICyT (2018c).

Adicional al gasto en actividades de I+D, los países miden la capacidad de la economía de una nación para lograr el crecimiento económico en el mediano plazo, mientras que se controla el actual nivel de desarrollo (Sankat & Rpun, 2006); esto se define como *índice de competitividad global*. En la Figura 5, se comparan los países latinoamericanos con sus indicadores de competitividad mediante el

ranking. En este ranking, Colombia se encuentra en el puesto 4 en capacidad de innovación y calidad en instituciones científicas; puesto 3 en innovación; y primer puesto en colaboración universidad-industria.

Figura 5. Índice Global de Competitividad para los países de América Latina 2017-2018

Pais-Ranking	Capacidad de Innovación	Calidad de las instituciones científicas	Colaboración Universidad-Industria en I+D	Innovación
Argentina	71	37	81	72
Bolivia	0	0	0	0
Brazil	73	77	70	85
Chile	76	43	58	52
Colombia	89	64	53	73
Ecuador	104	98	102	111
Paraguay	94	132	126	127
Peru	113	105	107	113
Uruguay	101	61	80	93
Venezuela	116	95	104	131

Fuente: elaboración autor. Datos tomados de World Economic Forum (2018).

Gestión de la innovación tecnológica: retos para Colombia

En términos generales, Colombia tiene dificultades desde muchos frentes y no es el único país de Latinoamérica que sufre los efectos de la pobreza, desempleo, inequidad, falta de industrialización y corrupción (Crespi & Tacsir, 2011). Muchos otros países sufren los mismos efectos, es por esta razón que uno de los llamados más importantes a las naciones es lograr su desarrollo económico utilizando la tecnología, promoviendo la modernización de las empresas y mejorando la productividad (Boucekkine, Hritonenko, & Yatsenko, 2014), a fin de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y beneficiando a la sociedad (Li, Zhang, Yang, & Zang, 2012). Es por eso que la dinámica de la innovación es, ante todo, un fenómeno social, originado en la interacción de actores diversos, la cual es responsable de la producción y transformación del conocimiento científico y tecnológico en riqueza económica, bienestar social y desarrollo humano (Robledo & Ceballos, 2008).

De acuerdo con lo anterior, se puede hablar de una innovación social que es complementaria a la innovación tecnológica; es importante desarrollar a los individuos y no solo a las organizaciones para alcanzar mejores condiciones de vida y de empleo (Bulut *et al.*, 2013).

Bravo (2012) sostiene que la pobreza de los países debe ser atacada a través del crecimiento económico y con la reducción de la inequidad entre los países y entre los sectores sociales. El círculo vicioso de la pobreza se debe desarticular a través de cinco factores claves que son: capital humano (formación), capital empresarial (maquinaria, instalaciones, transporte), capital institucional público (legislación comercial, sistemas judiciales), capital natural (tierra cultivable, suelos en buenas condiciones, biodiversidad y ecosistema adecuado) y el capital intelectual (el saber científico y tecnológico), que eleva la productividad de los beneficios empresariales y la promoción del capital físico y natural (Bravo, 2012).

Uno de los primeros factores a analizar en el desempeño de Colombia en concordancia con lo mencionado, es la formación del capital humano. En este caso es importante evaluar características que aporten al desarrollo técnico y tecnológico, como son la formación doctoral y la formación en ciencias básicas, ingeniería y tecnología. En las Figuras 6 y 7, se puede ver este comparativo con otros países de la región, en el año 2015.

Figura 6. Formación en ciencias e ingeniería comparada con otros países



Fuente: elaboración propia. Datos tomados de RICyT (2018f).

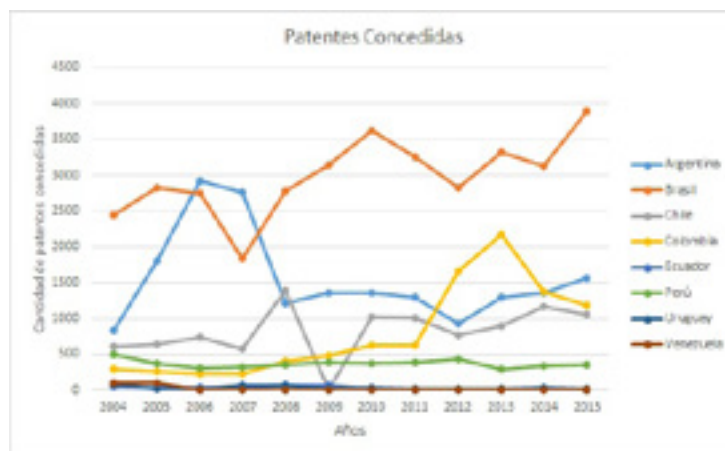
Figura 7. Formación doctoral comparada con otros países

Fuente: elaboración propia. Datos tomados de RICyT (2018b).

La Figura 6 muestra cómo Colombia ocupa el segundo lugar, después de Brasil, con personas graduadas en ciencias de ingeniería y tecnología, pero carece de capacidades y formación en ciencias básicas, con un nivel muy inferior comparada con Brasil y Argentina, el cual es el núcleo principal de la exploración científica y es el motor esencial de la innovación tecnológica (Zhao & Lei, 2013). Chile está encaminado hacia ese mismo concepto; por otro lado, Brasil es el líder de la región debido a su alta apuesta en la formación de personal en ciencia, tecnología e ingeniería.

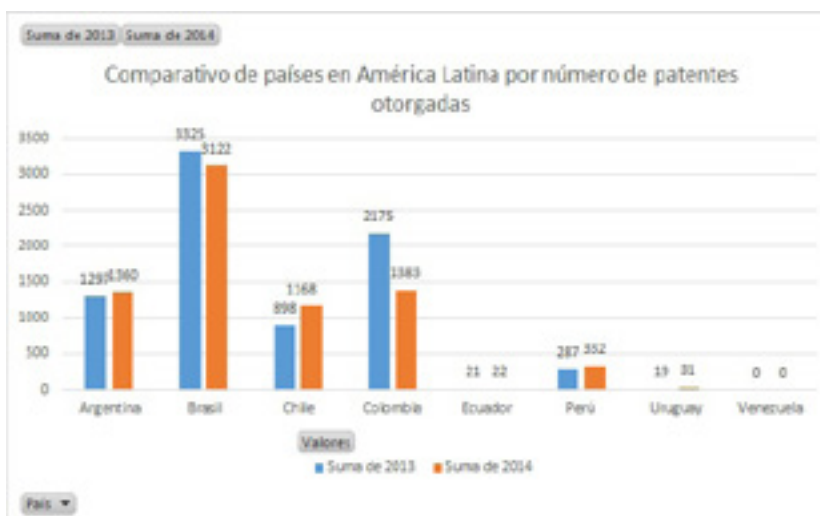
La Figura 7 muestra a Colombia en un cuarto lugar en la región. Su carencia de talento humano con formación doctoral es reducida en comparación de países como Brasil, Chile y Argentina. Solo Colombia, en ciencias naturales y exactas, representa un 4,5 % del total en Brasil, y un 3,4 % respectivamente.

Complementando los indicadores antes mencionados, también se deben tener en cuenta las patentes como un indicador de medición de capacidades tecnológicas (O'Neale & Hendy, 2012) en la región o en la nación, por lo tanto, se puede medir en términos generales la competitividad; es por eso que las Figuras 8, 9, 10 y 11 exploran este componente de capacidades.

Figura 8. Línea de tiempo de comparativo entre países por número de patentes generadas

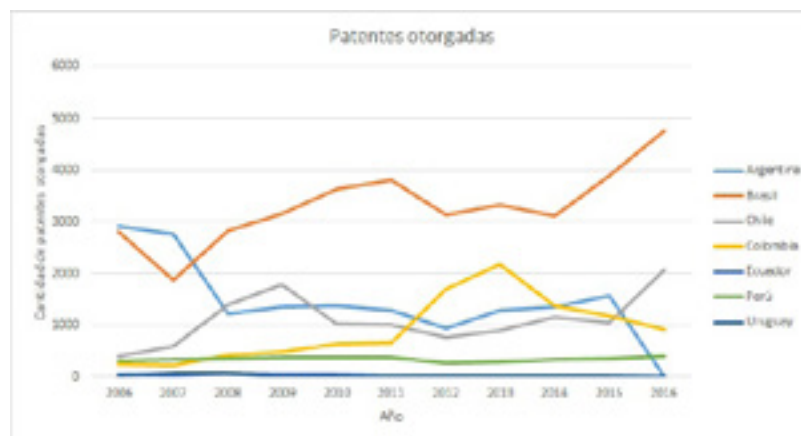
Fuente: adaptado de ricyt (2018d).

En la Figura 8, se puede apreciar la línea de tiempo en cuanto a las patentes concedidas de los cuatro principales países de la región de Latinoamérica, desde el año 2004 hasta el 2015. Se puede observar que Brasil es principalmente un país que aporta capacidades tecnológicas, seguido por Argentina, Colombia y Chile.

Figura 9. Comparativo entre países para patentes otorgadas año 2013 y 2014

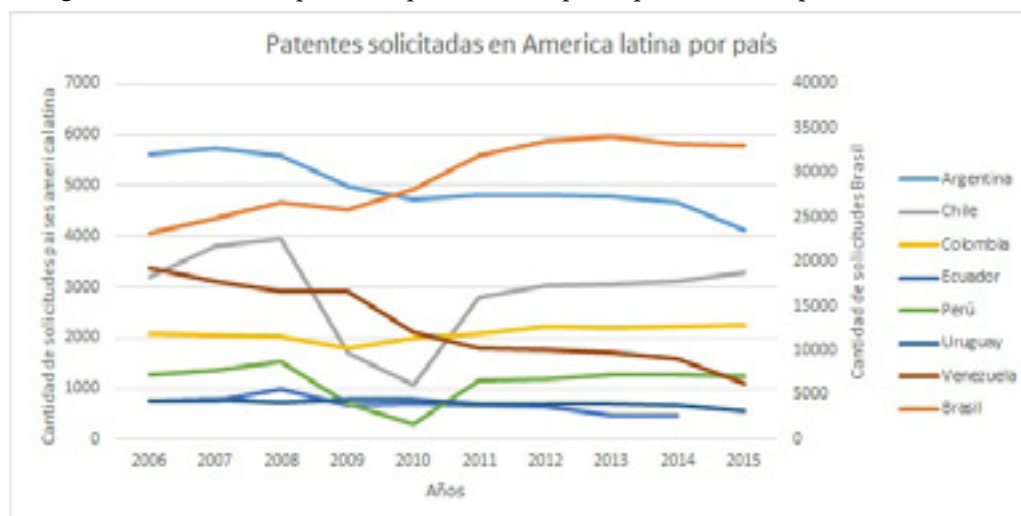
Fuente: elaboración propia. Datos tomados de RICyT (2018d).

La Figura 9 presenta el comparativo de todos los países de la región para los años 2013 y 2014. Para el 2013 Colombia se ubicaba en un segundo puesto, y para el 2014 desaceleraría su producción, muy cerca de Argentina en patentes otorgadas en la región.

Figura 10. Línea de tiempo de comparativo entre países por número de patentes concedidas

Fuente: adaptado de RICyT (2018d).

La Figura 10 presenta la línea de tiempo del comparativo de países de Latinoamérica para las patentes concedidas. Los datos fueron obtenidos del Observatorio de Ciencia y Tecnología; en este caso, al igual que en los anteriores, se observa que Colombia para el 2014 tuvo un buen desempeño en la región, estando por debajo de Brasil en la generación de patentes.

Figura 11. Línea de tiempo de comparativo entre países por número de patentes solicitadas

Fuente: adaptado de RICyT (2018e).

La Figura 11 muestra las patentes solicitadas y su comparativo por países. En este aspecto Colombia ocupa el puesto 4 en la región, en términos de patentamiento, por debajo de Chile, Argentina y Brasil.

Tabla 2. Porcentaje de efectividad en la concesión de patentes por países

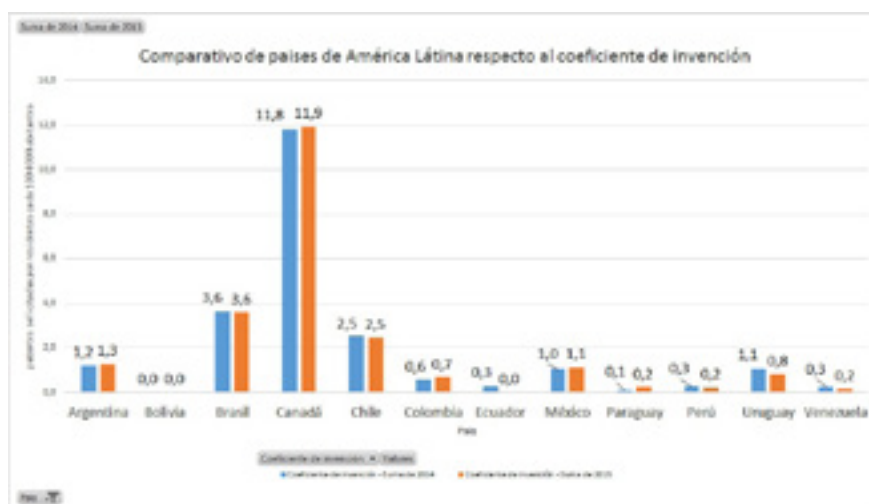
País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Argentina	18,3%	34,1%	52,0%	48,2%	21,7%	27,2%	29,0%	26,8%	19,4%	27,2%	29,0%	37,8%
Brasil	10,7%	11,7%	11,9%	7,4%	10,4%	12,1%	12,9%	10,2%	8,4%	9,8%	9,4%	0,0%
Chile	18,1%	18,2%	22,9%	15,3%	35,4%	0,0%	94,8%	36,3%	25,5%	29,2%	37,6%	32,3%
Colombia	20,0%	14,2%	10,7%	11,2%	19,5%	26,6%	31,6%	29,6%	74,8%	99,7%	62,2%	52,4%
Ecuador	9,3%	6,9%	5,3%	4,9%	6,7%	9,4%	3,9%	0,0%	0,0%	4,5%	4,8%	0,0%
Perú	59,4%	35,7%	24,3%	24,0%	23,3%	55,3%	121,7%	32,9%	36,2%	22,7%	25,8%	29,0%
Uruguay	15,8%	4,4%	3,0%	8,3%	9,7%	2,2%	3,7%	1,9%	3,1%	2,7%	4,6%	3,4%
Venezuela	3,9%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: elaboración propia. Datos construidos a partir de RICyT (2018d).

La Tabla 2 muestra qué tan efectivos han sido los esfuerzos en generar, solicitar y conceder patentes a los países, donde se debe considerar que, más importante que solicitar patentes, es saber qué porcentaje conceden como aporte valioso a la ciencia y al desarrollo. Colombia, durante los años 2009 a 2015, ha presentado porcentajes constantemente altos en efectividad, igual o superiores a otros países de la región, incluso por encima de Brasil.

De acuerdo con los gráficos anteriores, Brasil, Argentina, Chile y Colombia son los países con mayores solicitudes y a los cuales les conceden mayor número de patentes. Pero, ¿sí son efectivas las invenciones que solicitan como patentes? Si consideramos que un 20 % es el mínimo de efectividad como relación entre el número de patentes concedidas y las patentes solicitadas, se puede observar que Argentina, Chile, Colombia y Perú son los países que más efectivamente transforman los solicitado en concedido; sorpresivamente Brasil no tiene tal eficiencia, ya que de más de 30000 solicitudes de patentes para el 2014, solo le fueron concedidas menos del 10 %.

Finalmente, la Figura 12 explora el comparativo según su coeficiente de invención, por definición, esto es la relación de las patentes solicitadas por residentes y la población total del país. De acuerdo con esta figura podemos decir que entre los años 2014 y 2015 Colombia no se caracterizó por ser una nación de inventores, ya que su relación está muy por debajo de países como Argentina, Brasil Chile y Uruguay.

Figura 12. Comparativo entre países según su coeficiente de invención

Fuente: elaboración propia. Datos tomados de RICyT (2018a).

CONCLUSIONES

Colombia tiene retos importantes para afrontar en materia de ciencia, tecnología e innovación. Como país tiene una competitividad superior a otros países de la región, en aspectos tales como el número de personal profesional, alcanzando un segundo lugar en títulos de grado en ingeniería y número de patentes registradas. Sin embargo, carece del componente básico para la innovación, es decir, educación de calidad y bases en ciencias básicas, lo cual, como se mencionó, es un componente clave para alcanzar el desempeño requerido para potencializar la innovación.

Así mismo, Colombia no tiene suficiente inversión en recursos del PIB para investigación y desarrollo como otros países de la región, siendo el caso de Brasil el más extremo, con una inversión entre 12 % y 13 % de PIB para actividades I+D. Esta carencia de recursos ha dificultado los procesos de consolidación de innovación para el país, siendo así necesario, desde las políticas públicas, priorizar el aspecto competitivo de la nación.

Adicional, al presentar los diferentes factores (gasto en I+D, patentes solicitadas, concebidas y otorgadas, porcentaje de efectividad y personal capacitado) como medidas de la innovación en el tiempo de estudio, se ha observado en comparación a sus pares latinoamericanos, que el progreso y crecimiento de Colombia ha sido

constante y se ha mantenido entre el promedio de los demás países, sin presentar grandes ni significativos cambios durante todo el espacio de tiempo.

La innovación tiene muchas connotaciones y aun no es bien entendida por las personas o sociedades, lo que dificulta mucho los procesos de gestación y competitividad, ya que comienzan a surgir términos, propuestas y soluciones que carecen de la esencia real del significado de innovación. Por lo tanto, es importante, primero, llevar unas bases sólidas y significados óptimos a estos términos, y luego educar en innovación para la competitividad en Colombia.

REFERENCIAS

- Albuquerque, E., & Suzigan, W. (2015). *Developing National Systems of Innovation: University-Industry interactions in the global south*. Great Britain: Edward Elgar Publishing.
- Alcorta, L., & Peres, W. (1998). Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean. *Research Policy*, 26, 857-881. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00067-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00067-X)
- Amir, A., Thiruchelvam, K., & Ng, B.-K. (2013). Understanding the regional innovation support systems in developing countries: the state of Sabah in Malaysia. *International Development Planning Review*, 35(1), 41-66. <https://doi.org/10.3828/idpr.2013.4>
- Autant-Bernard, C., Chalaye, S., Manca, F., Moreno, R., & Suriñach, J. (2010). Measuring the adoption of innovation. A typology of EU countries based on the Innovation Survey. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 23(3), 199-222. <https://doi.org/10.1080/13511610.2010.547739>
- Boucekkine, R., Hritonenko, N., & Yatsenko, Y. (2014). Health, Work Intensity, and Technological Innovations. *Journal of Biological Systems*, 22(2), 219-233. <https://doi.org/10.1142/S0218339014400038>
- Bravo, E. (2012). Globalización, innovación tecnológica y pobreza. Aproximación a las nuevas conceptualizaciones en Latinoamérica. *Espacio abierto: cuaderno venezolano de sociología*, 21(3), 543-556.

- Bulut, C., Eren, H., & Halac, D. S. (2013). Which One Triggers the Other? Technological or Social Innovation. *Creativity Research Journal*, 25(4), 436–445. <https://doi.org/10.1080/10400419.2013.843358>
- Córdoba Castrillón, M. M. (2015). Implementación de tecnologías como estrategia para fortalecer la productividad y competitividad de las pymes de la confección en Medellín. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 7(12), 105-119. <https://doi.org/10.22430/21457778.491>
- Cataño, G. (2017). Innovación: parábola y concepto. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(16), 7–10.
- Crespi, G., & Tacsir, E. (2011). *Effects of innovation on employment in Latin America*. Recuperado de <https://publications.iadb.org/en/effects-innovation-employment-latin-america>
- Delvenne, P., & Thoreau, F. (2012). Beyond the “Charmed Circle” of OECD: New Directions for Studies of National Innovation Systems. *Minerva*, 50(2), 205–219. <https://doi.org/10.1007/s11024-012-9195-5>
- Diaconu, M. (2011). Technological innovation: concept, process, typology and implications in the economy. *Theoretical & Applied Economics*, XVIII(10), 127-144.
- Di Benedetto, C. A., DeSarbo, W. S., & Song, M. (2008). Strategic capabilities and radical innovation: an empirical study in three countries. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(3), 420-433. <https://doi.org/10.1109/TEM.2008.922645>
- Diessler, G. (2010). Las patentes como fuente de información para la innovación en entornos competitivos. *Información, Cultura y Sociedad*, 22(22), 43–77.
- Gardner, C. A., Acharya, T., & Yach, D. (2007). Technological and social innovation: a unifying new paradigm for global health. *Health Affairs*, 26(4), 1052-1061. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.26.4.1052>
- González Bañales, D. L., & Rodenes Adam, M. (2008). La influencia del capital relacional, innovación tecnológica y orientación al mercado sobre los resultados empresariales en empresas de alta tecnología: Un modelo conceptual. *Pensamiento & Gestión*, (25), 113-138.

- González, R., & Lameiras, E. (2007). La información sobre marcas como indicador de innovación tecnológica. *ACIMED*, 16(3). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000900004
- Grierson, R. A. (1979). Innovation and enterprise. *Electronics and Power*, 25(5), 320. <https://doi.org/10.1049/ep.1979.0204>
- Hu, C. (2010). *On the Technological Innovation and Enterprise Culture*. <https://doi.org/10.1109/ICEEE.2010.5661548>
- Inoue, H., & Liu, Y.-Y. (2015). Revealing the Intricate Effect of Collaboration on Innovation. *Plos One*, 10(3), e0121973. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121973>
- Ivan, M. V., & Iacovoivu, V. B. (2009). Innovation and research and development important factors related to the nations competitiveness: the case of european economies. *Communications of the IBIMA*, 10, 110-118.
- Ivanovic, M., & Keser, T. (2011). Capitalization of knowledge-Innovation processes in transitional countries. *Technical Gazette*, 18(1), 15-22.
- Khasuntsev, I., & Malanicheva, N. (2013). Industrial Innovation Systems in Modern Russian Economy. *International Conference on Management Science and Engineering*, 1040-1046.
- Lewandowski, M. (2015). Types of innovations in cultural organizations. *International Journal of Contemporary Management*, 14(1), 67-78.
- Li, Z., Zhang, Q., Yang, L., & Zang, S. (2012). Empirical Studies on Regional Technological Innovation and Economic Growth. *International Conference on Management Science and Engineering*, 1127-1134.
- Morrison, A., Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2008). Global Value Chains and Technological Capabilities: A Framework to Study Learning and Innovation in Developing Countries. *Oxford Development Studies*, 36(1), 39-58. <https://doi.org/10.1080/13600810701848144>
- Nelson, R., & Winter, S. (1977). En busca de una teoría útil de la innovación. *Research Policy*, XIX(32), 36-76.
- O'Neale, D. R. J., & Hendy, S. C. (2012). Power Law Distributions of Patents as Indicators of Innovation. *PLoS ONE*, 7(12), e49501. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049501>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Recuperado de <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>
- Papaioannou, T., Building, C., Hall, W., & Keynes, M. (2011). Technological innovation, global justice and politics of development. *Progress in Development Studies*, 4(11), 321–339.
- Petraglia, J. (2011). The importance of technological innovation in the logistics of ethanol exports. *Future Studies Research Journal*, 3(1), 58–84.
- ReVelle, J. B. (2014). First creativity, then innovation. *Industrial Engineer*, 46(11), 31–36.
- Ribeiro, L. C. (2006). National systems of innovation and technological differentiation: a multi-country model. *International Journal of Modern Physics*, 17(2), 247–257.
- RICyT. (2018a). Coeficiente de invención 2006-2015. Recuperado de <http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=COEFI>
- RICyT. (2018b). Doctorados 2006-2015. Recuperado de <http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=CDOCTORADO>
- RICyT. (2018c). *Gasto en I+D en relación al PBI 2006-2015*. Recuperado de <http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=GASTOXPBI>
- RICyT. (2018d). *Patentes otorgadas 2006-2015*. Recuperado de <http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=CPATOTOR>
- RICyT. (2018e). *Solicitudes de patentes 2006-2015*. Recuperado de <http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=CPATSOL>
- RICyT. (2018f). *Titulados de grado 2006-2015*. Recuperado de <http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=CGRADO>
- Robledo, J., & Ceballos, Y. F. (2008). Estudio de un proceso de innovación utilizando la dinámica de sistemas. *Cuadernos de Administración*, 21(35), 127–159.
- Rodríguez, F. B., & Naranjo-Valencia, J. C. (2008). La innovación tecnológica en el contexto de los clusters regionales. *Cuadernos de Administración*, 21(37), 133–159.

- Sankat, C. K., & Rpun, K. (2006). Science, Technology and Innovation in Caribbean Countries : Performance Indicators of a Generic Model. *West Indian Journal of Engineering*, (2), 13–26.
- Sifontes, D., & Morales, R. (2011). Las patentes como resultado de la cooperación en I+D en América Latina: Hechos y Desafíos. *Investigacion y Desarrollo*, 22(1), 22–39.
- Vaughan, J. (2012). Defining Technological Innovation. *Technological innovation: Perceptions and Definitions*, 49(7), 10–47.
- von Zedtwitz, M., Corsi, S., Søberg, P. V., & Frega, R. (2015). A Typology of Reverse Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 32(1), 12–28. <https://doi.org/10.1111/jpim.12181>
- Wang, Z., Yao, Z., Gu, G., Hu, F., & Dai, X. (2013). Multi-agent-based simulation on technology innovation-diffusion in China, 93(70933002). <https://doi.org/10.1111/pirs.12069>
- Williams, L. D. a., & Woodson, T. S. (2012). The Future of Innovation Studies in Less Economically Developed Countries. *Minerva*, 50(2), 221–237. <https://doi.org/10.1007/s11024-012-9200-z>
- World Economic Forum. (2018). Global Competitiveness Index 2017-2018 - Reports - World Economic Forum. Retrieved May 2, 2018, from <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2018/downloads/>
- Wu, B., & Wu, Z. (2006). The theory and empirical study of regional technological innovation capability. 2006 *IEEE International Engineering Management Conference*, 453-457. <https://doi.org/10.1109/IEMC.2006.4279908>
- Xu, R., Song, X., & Liu, G. (2008). The Role of Organizational Capability on Technological Innovation. *International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management*, 339–343. <https://doi.org/10.1109/CCCM.2008.328>
- Zaldívar, A., & Oconnor, L. (2012). La gestión por la innovación tecnológica desde las patentes universitarias. *Ingeniería Industrial*, XXXIII(2), 151–160.
- Zhao, Z., & Lei, X. (2013). Empirical analysis of the relationship between technology innovation and basic research. *Current Science*, 104(6), 714–720.