

# Ciencia Nicolaita 88

ISSN: 2007-7068



Universidad  
Michoacana  
de San Nicolás  
de Hidalgo

## El ser humano y la innovación tecnológica. Propulsores del conocimiento innovador en Latinoamérica

## The human being and technological innovation. Promoters of innovative knowledge in Latin America

Jorge Alberto Ponce-Castillo, Mariana Vaquero-Martínez y Diana Barrón-Villaverde\*

**Para citar este artículo:** Ponce-Castillo Jorge Alberto, Vaquero-Martínez Mariana y Barrón-Villaverde Diana, 2023. El ser humano y la innovación tecnológica. Propulsores del conocimiento innovador en Latinoamérica. Ciencia Nicolaita no. 88, 71-83. DOI: <https://doi.org/10.35830/cn.vi88.638>



### **Historial del artículo:**

Recibido: 14 de mayo de 2022

Aceptado: 4 de octubre de 2022

Publicado en línea: agosto de 2023



**Ver material suplementario**



**Correspondencia de autor:** [diana.barronv01@gmail.com](mailto:diana.barronv01@gmail.com)



**Términos y condiciones de uso:** <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/privacy>



**Envíe su manuscrito a esta revista:** <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/submissions>

# El ser humano y la innovación tecnológica. Propulsores del conocimiento innovador en Latinoamérica

## The human being and technological innovation. Promoters of innovative knowledge in Latin America

Jorge Alberto Ponce-Castillo<sup>1</sup>, Mariana Vaquero-Martínez<sup>2</sup> y Diana Barrón-Villaverde<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Centro Estratégico de Inteligencia e Investigación, Puebla, México.

<sup>2</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Sur.

<sup>3</sup>Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo.

### Resumen

A lo largo de su evolución, la humanidad se ha asociado sincrónicamente al conocimiento, la innovación y la tecnología. El objetivo de esta investigación es analizar la innovación tecnológica y las características de las investigaciones realizadas en Latinoamérica. La metodología para obtener información fue a través de un análisis bibliométrico usando la plataforma Scopus, hallando 35, 320 artículos sobre la innovación a nivel mundial, pero en Latinoamérica únicamente se identificaron 124, resultando ser un hallazgo relevante, pues indica que existe una baja producción académica y poco interés en desarrollar investigaciones relacionadas con la innovación tecnológica. Por otra parte, se ratifica que la innovación es un factor de vínculo entre los sectores industrial, social y de gobierno, desafortunadamente, esta relación es muy baja en los países latinoamericanos.

**Palabras clave:** innovación, tecnología, Industria 4.0, Latinoamérica

### Abstract

Humanity is synchronously associated during its evolution with knowledge, innovation and technology. The objective of this research is to analyze technological innovation and the characteristics of research carried out in Latin America. The methodology to obtain information was through a bibliometric analysis using the Scopus platform, finding 35, 320 articles on innovation worldwide; but in Latin America only 124 articles were identified; resulting in a relevant finding, since there is a low academic production and little interest in developing research related to technological innovation. On the other hand, it is ratified that innovation is a factor of link between the industrial, social and government sectors; unfortunately, this relationship is very low in Latin American countries.

**Keywords:** innovation, technology, Industry 4.0, Latin America.



## Introducción

La evolución biológica del ser humano está relacionada con el conocimiento, la innovación y la tecnológica, es así como las primeras herramientas de piedra aparecieron casi de manera sincrónica hace 2.5 millones de años con los australopitecos y el género Homo. A partir de los registros arqueológicos de la tecnología paleolítica, es posible determinar aspectos como el comportamiento, la economía, la capacidad mental, la función neurológica, el origen de la gramática y el lenguaje, así como los sistemas sociales (Ambrose, 2001).

Es importante mencionar que cuando un ser humano crea tecnología, se requiere de la inteligencia y el conocimiento; es decir, la tecnología demanda que la inteligencia se convierta en la base de las habilidades y el arte para dar propósito, funciones y beneficios (Carroll, 2017). Por tanto, la inteligencia no solo se presenta en los seres humanos y en su evolución a través de los años, pues podemos observar de igual manera, indicios de inteligencia en animales como los primates con los llamados kits de herramienta, además de la adaptación en su aspecto y estructura física con el medio ambiente en el que se desarrollaron (McGrew, 2010).

Para comprender la evolución tecnológica, es pertinente definir a la tecnología como la creación de un bien tangible o intangible que requiere de un proceso inteligente de un ser humano o animal, diseñado con una intención primaria o secundaria para tener una finalidad, una función y un provecho para la sociedad. Antes de que existieran las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se aprovechaban otros medios tecnológicos; no obstante, los alcances y las consecuencias comunicativas son muy diferentes hoy en día, tanto cuantitativa como cualitativamente, lo que permite modificar el ambiente, la forma de pensar y la manera de comprender a los demás (Baelo y Cantón, 2009).

El desarrollo tecnológico conforma el motor principal del crecimiento y es la base para enfrentar los desafíos de la competencia global. Su relevancia es reconocida desde hace varios años y se ha consolidado con la llamada sociedad del conocimiento, por la cual la dinámica del desarrollo está determinada por las capacidades que posean los diferentes actores para

crear, innovar y fortalecer las redes de aprendizaje que consoliden la capacidad científica-tecnológica de los países en desarrollo, elevando la productividad y competitividad del sector industrial por medio del avance y la innovación (Manjarrés y Vega, 2012).

## Revisión de literatura: Industria 4.0

Si nos remontamos a la historia de la humanidad, fue en Inglaterra donde ocurrió la primera Revolución Industrial en el siglo XVIII, gracias al uso de la energía de vapor y a la mecanización de la producción, expandiéndose, asimismo, las industrias como la textil, la metalúrgica, la siderúrgica y la de transporte (Chaves-Palacios, 2004). A mediados del siglo XIX y principios del XX, comenzó la segunda revolución industrial, caracterizada por el surgimiento de la era eléctrica, los medios de comunicación eléctricos, el desarrollo de la industria química, el transporte terrestre y el aéreo (Rozo, 2020). En los años 70 del siglo XX, se gestó la tercera revolución industrial a través de la automatización en grado parcial, utilizando controles con memoria programable y computadoras. A partir de la introducción de estas tecnologías, en la actualidad es posible automatizar un proceso de producción completo sin intervención humana (Fernández, 2006).

Finalmente, nos encontramos en la cuarta revolución industrial, también conocida como "Industria 4.0", la cual se caracteriza por la aplicación de la TIC en las industrias. Se puede considerar la digitalización de los sistemas y los procesos en las industrias, interconectados por el Internet de las Cosas (IoT) (Serey *et al.*, 2020) y de los servicios. Un ejemplo es la fabricación de automóviles con la conexión en red que dirige sistemas de producción computarizados, donde se almacena la información, existe comunicación, seguimiento y control en el mundo físico con fábricas inteligentes en las que los sistemas de producción y el personal de la industria se comunican por medio de la red, logrando una elaboración casi autónoma (Rozo, 2020). Con el recorrido histórico de la evolución tecnológica, podemos afirmar que la tecnología, la ciencia y la cultura son acumulativas como lo refieren Cacedo y Senior (2016).

### **Innovación tecnológica**

Si esta situación la consideramos para las empresas y las organizaciones, los autores Wang y Ahmed (2007) definen la capacidad de innovación como la habilidad de la organización para desarrollar nuevos productos y servicios, perfeccionar los métodos de producción, identificar nuevos mercados y expandir nuevas formas organizativas. Por su parte, Rogers (2010) propuso la teoría de la difusión de innovación, en la que describe el proceso de adopción de las nuevas tecnologías, logrando que los clientes o usuarios desarrollen conciencia, interés, intención y adopción final de las tecnologías. Por consiguiente, la tecnología implica un desarrollo que requiere un proceso de innovación (Merlo y Gallego, 2015).

Song y Thieme (2009) expresan que se deben desarrollar modelos de negocios en donde se aprovechen las ideas externas, pues eso permite a las empresas disponer de personal con capacitación, creando vínculos con generadores de innovación externos. Resulta entonces evidente considerar la relación de las empresas con las instituciones de educación superior, mediante sus distintas vías de colaboración, como investigación, consultoría, utilización de equipo e infraestructura, además de cursos de formación y actualización constante que optimicen las capacidades del talento humano especializado, implicando en estos procesos actividades innovadoras (Merlo y Gallego, 2015). Por otra parte, es fundamental la responsabilidad social que debe cumplir la educación a través de las instituciones de educación superior para desarrollar espacios de creación, transferencia del conocimiento e innovación, de cara a los desafíos globales que afrontamos en la actualidad (Hernández *et al.*, 2015).

### **Sustitución y transferencia tecnológica**

La innovación se considera como la implementación de invenciones; lo innovador integra mejoras o características nuevas, aprovechando una forma de cambio. Entonces, la innovación significa nuevos productos, nuevos sistemas, nuevas tecnologías, o incluso nuevos diseños organizacionales (Dattée y Birdseye, 2007).

Las transformaciones que ocurren con la sustitución tecnológica actual, afectarán a una gran cantidad de ocupaciones productivas y, en contraste, producen oportunidades de desarrollo, lo que representa retos

y amenazas para el progreso de las sociedades en el mundo (Marr *et al.*, 2019). Es incuestionable que estas transformaciones tecnológicas van a tener un profundo efecto en la dinámica de las funciones, así como en las características y en las competencias requeridas para desempeñar un empleo. Si bien la transformación tecnológica no es el único proceso que afectará en el futuro, sí tendrá un impacto significativo en el bienestar de los trabajadores y de la sociedad en su conjunto (Weller, 2020).

La creciente innovación en tecnologías relacionadas con la inteligencia artificial y la robótica, ha provocado un intenso debate sobre las relaciones y las consecuencias sociales, tales como crecimiento, productividad, empleo, ingresos y desigualdad. Las teorías económicas clásicas, pronostican que el crecimiento económico depende del cambio tecnológico y de la innovación (Aghion y Howitt, 1992). Sin embargo, las situaciones adversas se pueden contrarrestar por un efecto de productividad si se logra expandir la demanda laboral por la automatización con los consecuentes aportes a la productividad en las organizaciones, con el manejo de grandes cantidades de información (Big Data) hasta los procesos de toma de decisiones (Acemoglu y Restrepo, 2018).

## **Metodología**

Utilizando la plataforma Scopus de Elsevier, se desarrolló un análisis bibliométrico para encontrar y analizar artículos científicos indexados de entre más de 5, 000 editores alrededor del mundo, tal como se muestra en el resumen metodológico de la Gráfica 1. Con el apoyo de esta base de datos, se generó una ecuación de búsqueda en el que se incluyeron las palabras “technological” e “innovation”, las cuales permitieron refinar y seleccionar la información. Asimismo, el periodo de publicación de los artículos abarcó 30 años (1991-2021), consiguiéndose 35, 320 investigaciones alrededor del mundo, de las cuales 31, 527 se encuentran en idioma inglés, 1, 141 en español, 851 en chino, mientras que el resto se distribuye en 37 idiomas distintos. Teniendo en cuenta que el interés principal era analizar la región de Latinoamérica, se procedió a filtrar la información, quedando solamente 124 artículos publicados en un periodo de nueve años (2012-2021), de los cuales 95 están en



idioma inglés y 25 en español, el resto se distribuyen en otros cuatro idiomas.

Posteriormente, se obtuvo un archivo con extensión CSV que es un registro de texto con datos conformados en una tabla estructurada y, utilizando el software R Studio por medio del soporte con la plataforma biblioshiny de Bibliometrix, se generó el análisis en el que se obtuvieron 124 artículos indexados para un análisis de los últimos 10 años. Como resultado, se logró la información categorizada de la base de datos para realizar las gráficas. A continuación, se muestra la ecuación de búsqueda utilizada, la cual consistió en la combinación de palabras con el uso de los conectores “and” y “or”, limitando —como ya se mencionó— la exploración únicamente para artículos indexados.

TITLE-ABS-KEY (technological AND innovation AND latin AND america) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2012) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”)).

## Resultados

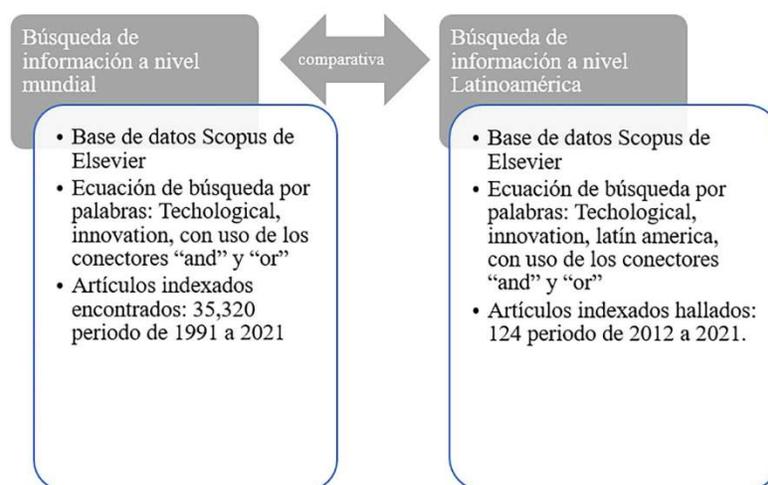
### *Producción académica por año*

Una reflexión realizada en 2019 por Global Innovation Index (GII), señala que se experimentó un aumento de las inversiones en la innovación a pesar de

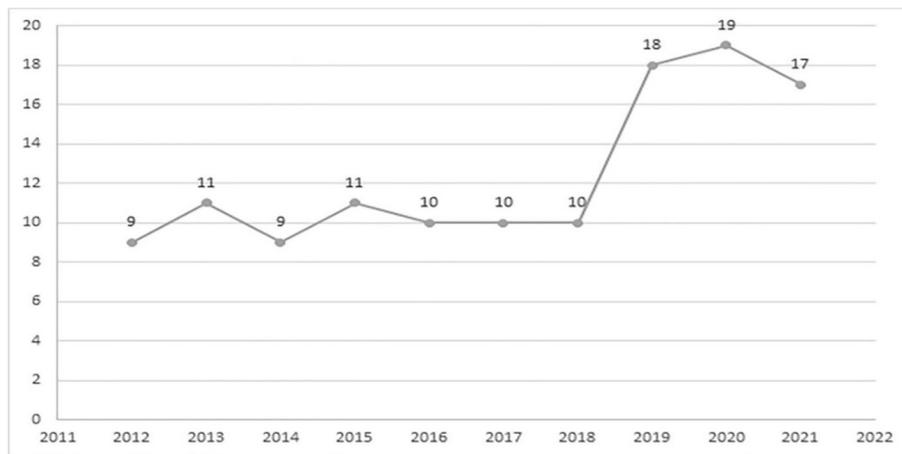
la incertidumbre y de la desaceleración de la economía mundial. América del Norte y Europa, continúan liderando los 10 primeros rankings mundiales de innovación, en cambio, para América Latina y el Caribe, dentro de una lista de 132 países evaluados, solo Chile (53º), México (55º), Costa Rica (56º) y Brasil (57º), se encuentran entre los 60 primeros puestos (BNamericas, 2021).

Con los datos expuestos se puede comprobar que los países de Latinoamérica tienen un bajo índice en cuanto a innovación se refiere, comparado con Norteamérica, Europa y Asia; este fenómeno también se ve reflejado en la producción académica como se observó en la búsqueda a través de Scopus. En la Gráfica 2 se observa la baja producción académica y el poco interés en desarrollar investigaciones que permitan visibilizar áreas de oportunidad en el tema de innovación, con una producción académica de apenas 10 artículos indexados en promedio durante el periodo de 2012 a 2018, mostrando un ligero incremento a un promedio de 18 artículos para el periodo de 2019 a 2021, lo que muestra el incipiente desarrollo de los temas relacionados con la innovación.

Latinoamérica se encuentra estancada en comparación con el desempeño promedio de las economías globales, solo Costa Rica, que es un país de ingresos medios-altos, mantiene resultados por encima de su perspectiva económica, mientras que Chile, Uruguay y Argentina, naciones de ingresos altos, se mantuvieron en correspondencia a su nivel de desarrollo. Lo mismo sucedió con países de ingresos medios-altos como Colombia, Brasil y México (GII, 2019).



**Gráfica 1.** Comparativa de búsqueda.  
Elaboración propia, 2022.



**Gráfica 2.** SEQ Gráfica \\* ARABIC 2 Producción académica anual. Elaboración propia a partir de Biblioshiny con información de SCOPUS.

**Artículos más citados**

A partir de la revisión de la literatura, se observa (Tabla 1) que los artículos son fuente importante para nuevas investigaciones en las que se manifiesta que la innovación es un factor relevante para mejorar la productividad (Crespi, 2012; Pique *et al.*, 2018; Pino *et al.*, 2016; Abodal y Garda, 2016). Asimismo, Pick y Nishida (2015) afirman que, para la adopción y el uso de las tecnologías, en América Latina y África, los elementos más significativos son la educación superior, la libertad de prensa y la inversión extranjera. Incluso, la causa principal del pobre desempeño económico se debe a la baja productividad en las regiones en desarrollo durante los últimos 40 años, así como por la no

adopción de las innovaciones (Mejía-Dugand *et al.*, 2013), por ejemplo, la innovación urbana aplicada en la movilidad inteligente (Cerutti *et al.*, 2019).

Por otra parte, Hertel *et al.* (2014) comentan la importancia del desarrollo de industrias regionales como la agricultura industrial y su impulso por medio de la innovación, con lo que frecuentemente se aumenta la rentabilidad agrícola, considerando el cuidado del medio ambiente. Otro de los tópicos relevantes es la brecha digital que prevalece en las naciones en desarrollo de África y América Latina. Pick *et al.* (2015) exhortan a establecer políticas que favorezcan la educación superior para la investigación, así como infraestructura de innovación para fortalecer la calidad educativa.

**Tabla 1**  
**Documentos más citados.**

Autor(es), año, revista	Artículo	Total de citas
Crespi, G., 2012, World Development.	Innovación y productividad: evidencia de seis países latinoamericanos.	207
Hertel T.W., Ramankutty N., Baldos U.L.C., 2014, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.	La integración del mercado global aumenta la probabilidad de que una futura Revolución Verde Africana pueda aumentar el uso de la tierra de cultivo y las emisiones de CO2.	80
Pick J.B., Nishida T., 2015, Technological Forecasting and Social Change.	Brechas digitales en el mundo y sus regiones: un análisis espacial y multivariante de la utilización tecnológica.	66
Engel J.S., 2015, California Management Review.	Clusters globales de innovación: Lecciones de Silicon Valley.	63
Mejía-Dugand S., Hjelm O., Baas L., Ríos R.A., 2013, Journal of Cleaner Production.	Lecciones de la difusión de Bus Rapid Transit en América Latina.	54
Revilla M., Toninelli D., Ochoa C., Loewe G., 2016, Internet Research.	¿Es necesario que los paneles de acceso en línea adapten las encuestas para dispositivos móviles?	46



Tabla 1. Continuación

Autor(es), año, revista	Artículo	Total de citas
Cerutti P.S., Martins R.D., Macke J., Sarate J.A.R., 2019, <i>Journal of Cleaner Production</i> .	“Verde, pero no tan verde como eso”: Un análisis de un sistema brasileño de bicicletas compartidas.	33
Pino C., Felzensztein C., Zwerg-Villegas A.M., Arias-Bolzmann L. 2016, <i>Journal of Business Research</i> .	Innovaciones no tecnológicas: Desempeño del mercado de las empresas exportadoras en América del Sur.	33
De Carvalho A.P., Barbieri J.C., 2012, <i>Journal of Technology Management and Innovation</i> .	Innovación y sostenibilidad en la cadena de suministro de una empresa de cosméticos: Un caso práctico.	33
Aboal D. y Garda P., 2015, <i>Economics of Innovation and New Technology</i> .	Innovación tecnológica y no tecnológica y productividad en los sectores de servicios frente a la industria manufacturera.	32

Elaboración propia a partir de Biblioshiny con información de Scopus.

### Principales revistas indexadas

La Tabla 2 muestra las principales revistas a nivel mundial en las que se investiga el tema de la innovación con un enfoque latinoamericano, entre las que se encuentra *Journal of Technology Management and Innovation*. Con la producción de ocho artículos científicos, esta revista se clasifica con un índice Q3; las investigaciones que desarrollan y promueven están

orientadas a la gestión de la tecnología y la eco-innovación (De Carvalho y Barbieri, 2012). Por su parte, la revista científica *Espacios* está orientada a estudios de gestión tecnológica, educación y tecnologías en la realidad latinoamericana, así como su vinculación con el ambiente socioeconómico para promover la innovación y el desarrollo (Scoponi *et al.*, 2016).

Tabla 2  
Principales revistas.

Revistas	Artículos
<i>Journal of Technology Management and Innovation</i>	8
<i>Espacios</i>	5
<i>Iberoamérica</i>	4
<i>Economics of Innovation and New Technology</i>	3
<i>Academia. Revista Latinoamericana de Administración</i>	2
Contaduría y Administración	2
<i>Innovation and Development</i>	2
<i>International Journal on Interactive Design and Manufacturing</i>	2
<i>Journal of Business Research</i>	2
<i>Journal of Cleaner Production</i>	2
<i>Revista de Estudios Regionales</i>	2
<i>Structural Change and Economic Dynamics</i>	2
<i>Sustainability</i>	2
<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	2
<i>Acta Horticulturae</i>	1
<i>Administrative Sciences</i>	1

Elaboración propia a partir de Biblioshiny con información de Scopus.

**Autores locales más citados**

A continuación, en la Gráfica 3 se muestran a los autores con siete citas locales que corresponden a Quemac, R., Ramos Chalc, Laura Alicia, Gaspar Santos, M. y Cisneros, C., afiliados a la Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES) de Ecuador. Se destacan por el artículo: “Proceso de Jerarquía Analítica Neutrosófica para el Análisis de Innovación en América Latina”, en el que se estudia la capacidad de innovación tecnológica y su relación con otros aspectos como las infraestructuras de apoyo para la producción industrial y las actividades de innovación, la educación del capital humano y la capacidad de un país para crear, gestionar y transferir el conocimiento o tecnología avanzada, utilizando como recursos los indicadores de medición del Índice Global de Innovación (GII, 2020) para conocer varios factores de innovación tecnológica de las regiones de Latinoamérica, entre los que destacan los entornos regulatorios, la educación, la investigación y el desarrollo, las TIC, así como la creación y gestión del conocimiento (Quemac *et al.*, 2021).

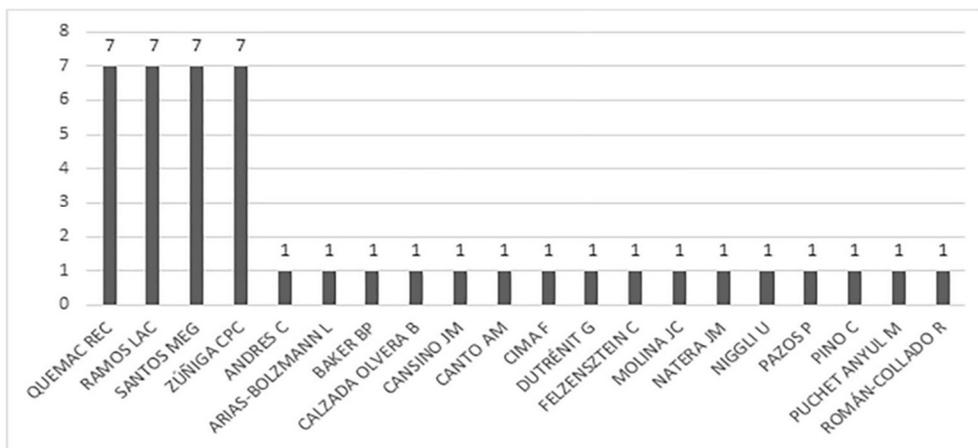
Posteriormente, se observan niveles muy bajos, con tan solo una citación de autores locales como Pino, C., Felzensztein, C., Zwerg-Villegas, A.M., Arias-Bolzmänn, L. con el artículo “Innovaciones no tecnológicas: Desempeño del mercado de las empresas exportadoras en América del Sur”, para la revista *Journal of Business Research*, en el cual se menciona que la innovación es un factor clave para el crecimiento económico de las empresas en los países de economías emergentes como las de Latinoamérica, lo que implica

una contribución de interés general en las investigaciones en el área de la gestión estratégica de la innovación (Pino *et al.*, 2016).

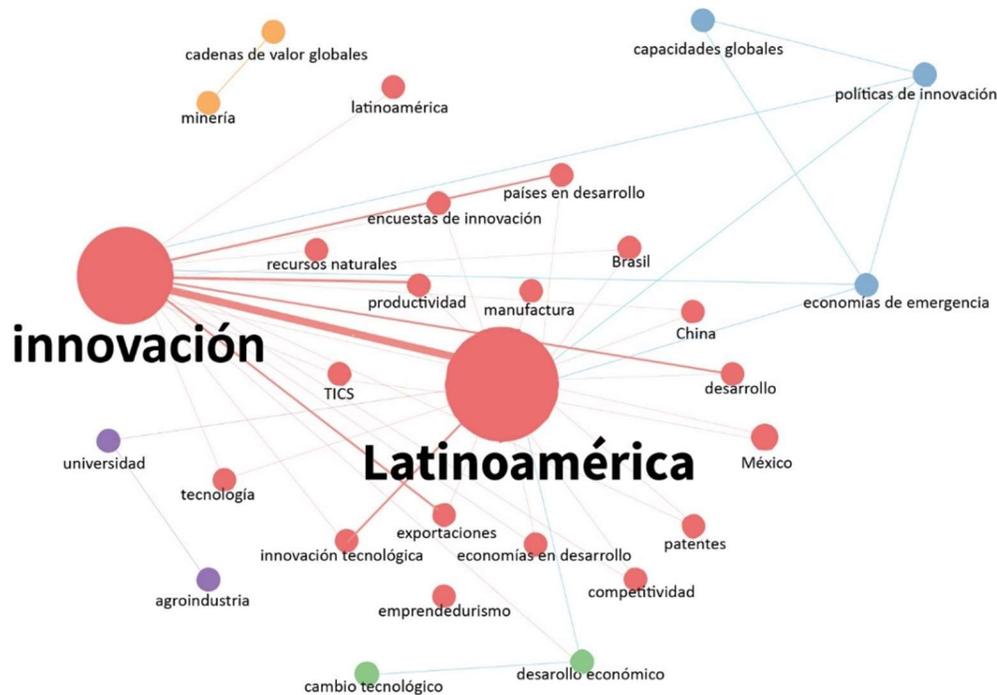
Con solo una cita también aparece el artículo sobre la “Innovación en minería: ¿Cuáles son los desafíos y oportunidades a lo largo de la cadena de valor para los proveedores latinoamericanos?”, de la autora Calzada Olvera, B. La investigación refiere que la industria minera se considera tradicional y cautelosa respecto a la innovación, en contraparte señala que se están implementando varias innovaciones digitales con acciones mineras en todo el mundo, pero el desarrollo de las cadenas productivas se mantiene en niveles bajos en países latinoamericanos (Calzada Olvera, 2021). Asimismo, se hallaron a los autores Cansino J.M., Román-Collado R. y Molina J.C. —por mencionar algunos más con solo una cita— con el artículo “Calidad de las instituciones, progreso tecnológico y refugios de contaminación en América Latina. Un análisis de la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental”, en el que se realizó una investigación en 18 países latinoamericanos con el objetivo de responder preguntas relacionadas con las emisiones de gases de efecto invernadero, el desarrollo tecnológico y la mejora de la sostenibilidad del medio ambiente (Cansino *et al.*, 2019).

**Red de nodos**

Utilizando como unidad de análisis las palabras clave por autor, se generó una red de nodos como se muestra en la Gráfica 4, donde se observan conjuntos de palabras y sus relaciones a través de cinco colores;



**Gráfica 3.** Autores locales más citados. Elaboración propia a partir de Biblioshiny con información de SCOPUS.



**Gráfica 4.** Red de nodos. Elaboración propia a partir de Biblioshiny con información de Scopus.

destaca el conjunto rojo con palabras clave como innovación que se conecta con Latinoamérica y estas, a su vez, a economías en desarrollo, recursos naturales, productividad, emprendurismo, cadena de valor, competitividad (De Fuentes y Dutrénit, 2013; Engel, 2015), tecnología y exportación (Molina-Domene y Pietrobelli, 2012); asimismo, países de América Latina como Brasil (Suzigan *et al.*, 2020) y México (Gallego-Bono y Tapia-Baranda, 2020). Finalmente, en grupos pequeños se observan palabras como industrias agrícolas y universidades, capacidades tecnológicas y políticas de innovación (Dutrénit *et al.*, 2019).

### ***Mentalidad estratégica***

Los cambios tecnológicos y la globalización han mejorado el desempeño del mercado laboral debido a que las nuevas tecnologías permiten que las personas decidan con mayor libertad dónde, cuándo y cómo trabajar. Esto puede mejorar el equilibrio entre la vida laboral, la personal y la automatización de las tareas, mejorando la salud, la seguridad y aumentando la productividad. Sin embargo, además del beneficio para el empleo futuro, la digitalización y la globalización pueden crear y acentuar la desigualdad en términos de edad, de género y de nivel socioeconómico. Muchas personas se verán atrapadas en acuerdos laborales

inestables, con oportunidades limitadas o no disponibles en términos de protección social, aprendizaje permanente y negociación colectiva (López de la Rica, 2020).

Para la transformación digital, es más importante actualizar la mentalidad estratégica en las organizaciones que el desarrollo de la infraestructura de las TIC (Rogers, 2016). Las decisiones de los ciudadanos, sus gobiernos y sus empresas, determinarán el equilibrio y el avance de la transformación digital (Tamayo *et al.*, 2021).

### ***Adopción e innovación tecnológica***

La adopción de innovaciones tecnológicas en las instituciones de educación superior se puede describir a través de la teoría de la difusión de la innovación de Roger (Straub, 2009). En las aulas virtuales se identifican factores significativos de adopción, tales como aceptación de la tecnología, ventaja relativa, intención de uso y capacidad de prueba (Achuthan *et al.*, 2020). El aprendizaje apoyado en la tecnología es más activo que los enfoques tradicionales. Actualmente, la computación en la nube se considera una tendencia tecnológica emergente que mejora y desarrolla significativamente nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje (Grossman *et al.*, 2009; Batista *et al.*, 2016).

La adopción de servicios basados en la nube permite mejorar de modo efectivo la capacidad de las instituciones universitarias para brindar infraestructuras o satisfacer las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, sin necesidad de emplear recursos económicos y capital humano para la construcción de infraestructura de tecnologías de información, como puede ser la compra de hardware y software. Google classroom, Google Drive y Google Apps, son ejemplos de servicios de computación en la nube que brindan posibilidades a estudiantes y a docentes que se pueden integrar de manera efectiva en entornos educativos universitarios (Arpaci, 2017).

## Conclusiones

Con esta investigación se establece que, desde el principio de su existencia, el ser humano se ha apoyado en la tecnología como herramienta y lo ha acompañado durante su evolución. Actualmente nos encontramos en la cuarta revolución industrial, también conocida como “Industria 4.0”, la cual se caracteriza por la influencia de las TIC en todos los sectores.

De esta manera, la capacidad de innovación se logra definir como la habilidad de las industrias y las organizaciones para desarrollar nuevos productos y servicios, así como mejorar las técnicas de producción, establecer nuevos mercados, localizar nuevas fuentes de abastecimiento y desarrollar nuevas formas organizativas, utilizando modelos de negocio de innovación abierta y creando vínculos con generadores de ideas, tanto internas como externas para la creación de valor.

En este contexto, es primordial la vinculación entre las industrias y las instituciones de educación superior para desarrollar ambientes de creación de ideas y transferencia del conocimiento que permitan afrontar los retos a los que se enfrentan las regiones latinoamericanas. Además, debido a los efectos que origina la sustitución tecnológica del talento humano, se generan preocupaciones sobre el advenimiento de un elevado número de desempleo debido a las condiciones tecnológicas; por tanto, es de capital importancia para los sectores industriales, determinar las estrategias adecuadas para las condiciones de sustitución y transferencia tecnológica en las regiones en desarrollo.

Con el análisis bibliométrico, se pudo confirmar que la innovación es uno de los factores más relevantes para el desarrollo económico y social de los países, principalmente en Latinoamérica, considerando los requisitos elementales para que surja la cooperación entre los actores del sistema de innovación, aprovechamiento del capital humano, políticas públicas, empresas en desarrollo, alianzas entre los sectores industriales y educativos; sin embargo, también se pudo comprobar la incipiente producción científica sobre el tema de innovación tecnológica y los tópicos con los que se relaciona.

Por consiguiente, se deben consolidar y visibilizar las investigaciones sobre la innovación, así como su trascendencia en los sectores industrial, social y de gobierno, sobre todo para las regiones en desarrollo como ocurre en Latinoamérica, creando vínculos con generadores de innovación externos como lo es el sector educativo. Por último, es importante considerar para investigaciones futuras la posición primordial de las instituciones de educación superior, así como el nivel de relación que existe con el sector industrial en los países latinoamericanos por medio de sus distintas vías de colaboración, como la investigación, la consultoría, la utilización de equipo y la infraestructura para desarrollar espacios de creación, transferencia del conocimiento e innovación, de cara a los desafíos globales que se afrontan para el presente y futuro de los países latinoamericanos.

## Referencias

- Aboal, D., and Garda, P., 2015, Technological and non-technological innovation and productivity in services vis-à-vis manufacturing sectors: *Economics of Innovation and New Technology*, 25, 5, 435-454.  
<https://doi.org/10.1080/10438599.2015.1073478>
- Acemoglu, A.D., and Restrepo, P., 2018, The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment: *American Economic Review*, 108, 6, 1488-1542.  
<https://doi.org/10.1257/aer.20160696>
- Achuthan, K., Nedungadi, P., Kolil, V., Diwakar, S., and Raman, R., 2020, Innovation adoption and diffusion of virtual laboratories: *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 16, 9, 4-25.  
<https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i09.11685>



- Aghion, P., and Howitt, P., 1992, A model of growth through creative destruction: *Econometrica*, 60, 2, 323-51. <https://doi.org/10.2307/2951599>
- Ambrose, S., 2001, Paleolithic Technology and Human Evolution: *Science*, 291, 5509, 1748-1753. [10.1126/science.1059487](https://doi.org/10.1126/science.1059487). <https://doi.org/10.1126/science.1059487>
- Arpaci, I., 2017, Antecedents and consequences of cloud computing adoption in education to achieve knowledge management: *Computers in Human Behavior*, 70, 382-390. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.024>
- Baelo, R., and Cantón, I., 2009, Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior: *Comunicar*, 35, 1-12. <https://doi.org/10.35362/rie5071965>
- Batista, B.G., Ferreira, C.H.G., Segura, D.C.M., Leite Filho, D.M., and Peixoto, M.L.M., 2016, A QoS-driven approach for cloud computing addressing attributes of performance and security: *Future Generation Computer Systems*, 68, 260-274. <https://doi.org/10.1016/j.future.2016.09.018>
- BNamericas, 2021, “¿Cuáles son los países latinoamericanos más innovadores?” <https://www.bnamericas.com/es/noticias/cuales-son-los-paises-latinoamericanos-mas-innovadores> [consultado el 21 de octubre de 2021].
- Calzada Olvera, B., 2021, Innovation in mining: what are the challenges and opportunities along the value chain for Latin American suppliers?: *Mineral Economics*, 35, 35-51. <https://doi.org/10.1007/s13563-021-00251-w>
- Cansino, J.M., Román-Collado, R., and Molina, J.C., 2019, Quality of institutions, technological progress, and pollution havens in Latin America. An analysis of the Environmental Kuznets Curve hypothesis: *Sustainability (Switzerland)*, 11, 13. <https://doi.org/10.3390/su11133708>
- Cerutti, P.S., Martins, R.D., Macke, J., and Sarate, J.A.R., 2019, “Green, but not as green as that”: An analysis of a Brazilian bike-sharing system: *Journal of Cleaner Production*, 217, 185-193. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.240>
- Chaves-Palacios, J., 2004, Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución Industrial. *Norba. Revista de Historia*, 17, 17, 93-109. ISSN-e 0213-375X
- Crespi, G., and Zuniga, P., 2012, Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries: *World Development*, 40, 2, 273-290. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.07.010>
- Dattée, B., and Birdseye-Weil, H., 2007, Dynamics of social factors in technological substitutions: *Technological Forecasting and Social Change*, 74, 5, 579-607. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.03.003>
- Caicedo, O., 2016, El concepto biológico de cultura. Las raíces animales de la cultura humana: *Thémata Revista de Filosofía*, 53, 119-140. <https://doi.org/10.12795/themata.2016.i53.06>
- De Carvalho, A.P., and Barbieri, J.C., 2012, Innovation and sustainability in the supply chain of a cosmetics company: A case study: *Journal of Technology Management and Innovation*, 7, 2, 144-156. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242012000200012>
- De Fuentes, C., and Dutrénit, G., 2013, SMEs absorptive capacities and large firms knowledge spillovers: Micro evidence from the machining industry in Mexico: *Institutions and Economies*, 5, 1, 1-30. ISBN: 2232-1640
- Dutrénit, G., Natera, J.M., Puchet-Anyul, M., and 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>
- Engel, J.S., 2015, Global clusters of innovation: Lessons from Silicon Valley: *California Management Review*, 57, 2, 36-65. <https://doi.org/10.1525/cmr.2015.57.2.36>
- Fernández, O., 2006, ¿Tercera Revolución Industrial? Reflexiones desde la lógica del “empirismo convencional”: *Economía y Desarrollo*, 140, 2, 38-59. ISSN: 0252-8584
- Gallego-Bono, J.R., and Tapia-Baranda, M.R., 2020, Industrial ecology and sustainable change: inertia and transformation in Mexican agro-industrial sugarcane clusters: *European Planning Studies*, 30, 7, 1271-1291. <https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1869186>
- Grossman, R.L., Gu, Y.H., Sabala, M., and Zhang, W.Z., 2009, Compute and storage clouds using wide area high performance networks: *Future Generation Computer Systems—The International Journal of Grid Computing Theory Methods and Applications*, 25, 2, 179-183. <https://doi.org/10.1016/j.future.2008.07.009>
- Hernández-Arteaga, R.I., Alvarado-Pérez, J.C., and Luna, J.A., 2015, Responsabilidad social en la relación universidad-empresa-Estado: *Educación y Educadores*, 18, 1, 95-110. <https://doi.org/10.5294/edu.2015.18.1.6>
- Hertel, T.W., Ramankutty, N., and Baldos, U.L.C., 2014, Global market integration increases likelihood that a

- future African Green Revolution could increase crop land use and CO2 emissions: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 38, 13799-13804.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1403543111>
- Li-Hua, R., 2009, "Definitions of Technology", Berg-Olsen, J.K, Andur Pedersen, S., and Hendricks, V.F., *A Companion to the Philosophy of Technology*: Wiley-Blackwell, pp. 18-22. ISBN 978-1-405-14601-2
- López de la Rica, A.N., 2020, "Bienestar Laboral en la Transformación Digital de las Organizaciones".  
<https://www.copmadrid.org/web/comunicacion/noticias/1618/a-fondo-bienestar-laboral-la-transformacion-digital-las-organizaciones> [consultado el 21 de octubre de 2021]
- Manjarrés, L., and Vega, J., 2012, La gestión de la innovación en la empresa: evolución de su campo de estudio: *Dimensión empresarial*, 10, 1, 18-29. ISSN 1692-8563
- Marr, I.P., McMahon, C., Lowenberg, M., and Sharma, S., 2019, Identifying the Mode and Impact of Technological Substitutions: *IEEE Access*, 7, 58286-58306.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2913615>
- Mejía-Dugand, S., Hjelm, O., Baas, L., and Ríos, R.A., 2013, Lessons from the spread of Bus Rapid Transit in Latin America: *Journal of Cleaner Production*, 50, 82-90.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.028>
- Merlo, G.F., and Gallego, P.M., 2015, La universidad y las actividades de innovación de las empresas: *Revista de Economía Aplicada*, 23, 83-114. ISSN 1133-455X
- Molina-Domene, M.A., and Pietrobelli, C., 2012, Drivers of technological capabilities in developing countries: An econometric analysis of Argentina, Brazil and Chile: *Structural Change and Economic Dynamics*, 23, 4, 504-515. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2011.11.003>
- Pick, J.B., and Nishida, T., 2015, Digital divides in the world and its regions: A spatial and multivariate analysis of technological utilization: *Technological Forecasting and Social Change*, 91, 1-17.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.026>
- Pino, C., Felzensztein, C., Zwerg-Villegas, A.M., and Arias-Bolzmán, L., 2016, Non-technological innovations: Market performance of exporting firms in South America: *Journal of Business Research*, 69, 10, 4385-4393.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.061>
- Pique, J.M., Berbegal-Mirabent, J., and Etkowitz, H., 2018, Triple Helix and the evolution of ecosystems of innovation: the case of Silicon Valley: *Triple Helix*, 5, 11.  
<https://doi.org/10.1186/s40604-018-0060-x>
- Chuga-Quemac, R.E., Gaspar-Santos, M.E., Colcha-Ramos, L.A., and Cisneros-Zúñiga, C.P., 2021, Neutrosophic Analytic Hierarchy Process for the Analysis of Innovation in Latin America: *Neutrosophic Sets and Systems*, 44, 411-419. ISSN 2331-608X
- Rogers, D.L., 2016, Rethink your business for the digital age: The digital playbook transformation: New York Chichester, *Columbia University Press*.  
<https://doi.org/10.7312/roge17544>
- Rogers, E.M., 2010, Diffusion of innovations: *Simon and Schuster*. ISBN 0-02-874074-02
- Rozo-García, F., 2020, Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0: *Revista UIS Ingenierías*, 19, 2, 177-191. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Scoconi, L., Días, M.F., Pesce, G., and Schmidt, M.A., 2016, Modelo de indicadores para valorar la relación universidad-agronegocios en el contexto latinoamericano: *Espacios*, 37, 15, 1-2. ISSN 0798-1015
- Serey, J., Quezada, L., Alfaro, M., Fuertes, G., Ternero, R., Gatica, G., Gutiérrez, S., and Vargas, M., 2020, Methodological Proposals for the Development of Services in a Smart City: A Literature Review: *Sustainability*, 12, 24.  
<https://doi.org/10.3390/su122410249>
- Song, M., and Thieme, J., 2009, The role of suppliers in market intelligence gathering for radical and incremental innovation: *Journal of Product Innovation Management*, 26, 43-57. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2009.00333.x>
- Straub, E.T., 2009, Understanding technology adoption: Theory and future directions for informal learning: *Review of Educational Research*, 79, 2, 625-649.  
<https://doi.org/10.3102/0034654308325896>
- Suzigan, W., García, R., and Assis-Feitosa, P.H., 2020, Institutions and industrial policy in Brazil after two decades: have we built the needed institutions?: *Economics of Innovation and New Technology*, 29, 7, 799-813.  
<https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1719629>
- Tamayo, J., Gamero-Rojas, J., Martínez-Román, J., Delgado-González, M., 2021, Una medida para estimar el nivel de transformación digital: *DYNA*, 96, 4, 335-337.  
<https://doi.org/10.6036/10173>
- 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>
- Wang, C., and Ahmed, P., 2007, Dynamic Capabilities: "A review and Research Agenda": *Strategic Management*



*Journal*, 9, 1, 31-51. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00201.x>

Weller, J., 2020, Las transformaciones tecnológicas y el empleo en América latina: Oportunidades y desafíos: *Cepal Review*, 2020, 130, 7-27.  
<https://doi.org/10.18356/ce83a6d1-es>