

Ciencia Nicolaita 88

ISSN: 2007-7068



Universidad
Michoacana
de San Nicolás
de Hidalgo

Vigilancia tecnológica: Un análisis de patentes globales en México y la relación con la generación de patentes por la academia mexicana entre 2016 y 2019

Technology surveillance: An analysis of global patents in Mexico and the relationship with the generation of patents by Mexican academia from 2016 to 2019

Luis Villafaña-Díaz y Diana Barrón-Villaverde*

Para citar este artículo: Villafaña-Díaz Luis y Barrón-Villaverde Diana, 2023. Vigilancia tecnológica: Un análisis de patentes globales en México y la relación con la generación de patentes por la academia mexicana entre 2016 y 2019. Ciencia Nicolaita no. 88, 165-174. DOI: <https://doi.org/10.35830/cn.vi88.648>



Historial del artículo:

Recibido: 15 de mayo de 2022

Aceptado: 3 de noviembre de 2022

Publicado en línea: agosto de 2023



Ver material suplementario



Correspondencia de autor: 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>

Vigilancia tecnológica: Un análisis de patentes globales en México y la relación con la generación de patentes por la academia mexicana entre 2016 y 2019

Technology surveillance: An analysis of global patents in Mexico and the relationship with the generation of patents by Mexican academia during 2016 to 2019

Luis Villafaña-Díaz¹ y Diana Barrón-Villaverde^{1,2*}

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

²Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo, México.

Resumen

A lo largo del tiempo, se han observado distintos cambios derivados de la aplicación y del alcance tecnológico. Este trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento de los segmentos tecnológicos y la relación con las patentes de la academia mexicana, mediante el estudio de 30, 343 patentes publicadas en México entre 2016 y 2019. La metodología consistió en la revisión sistemática de literatura en SCOPUS para identificar los conceptos tecnológicos predominantes; asimismo, se utilizó PATENTSCOPE, ESPACENET y SIGA para la búsqueda de patentes y Orbit Intelligence para el tratamiento de la información. Los resultados muestran a los actores clave con presencia inventiva en México y la relación entre la oferta tecnológica académica liderada por el área de la salud.

Palabras clave: vigilancia tecnológica, análisis de patentes, patentes universitarias, comportamiento tecnológico.

Abstract

In the course of time, different changes derived in the application and technological scope have been observed. This work aims to analyze the behavior of technological segments and the relationship with patents in Mexican academia, through the study of 30, 343 patents published in Mexico during 2016 to 2019. The methodology consisted of the systematic literature review in SCOPUS to identify the predominant technological concepts, PATENTSCOPE, ESPACENET and SIGA were used for the patent search and Orbit Intelligence for the information processing. The results show the key actors with inventive presence in Mexico and the relationship between the academic technological offer led by the health area.

Keywords: technology watch, patent analysis, university patents, technological behavior.

Autor de correspondencia: diana.barronv01@gmail.com;
Copyright © Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Introducción

La evolución de la tecnología ocurre a través del proceso de aprendizaje continuo sobre un paradigma en el patrón de la innovación, es decir, aprender por medio del uso (Kodama, 1995), en este transcurso ha incorporado nuevas herramientas y aplicaciones en la cadena de valor a partir de las necesidades de la industria (Gera y Shing, 2019). La mecanización, la electricidad y la informática, dieron sentido a las primeras tres revoluciones industriales, por ejemplo, la participación de la mecanización en la energía hidráulica durante la Primera Revolución Industrial (1784-1870); la electricidad y la radio en las líneas de montaje durante la Segunda Revolución Industrial (1870-1968); los combustibles fósiles en la automatización durante la Tercera Revolución Industrial (1969-2015); y por último, las computadoras y el internet en la digitalización en la actualidad (The Learning Company, 2019).

En este contexto, los avances técnicos y científicos se han incentivado a partir de acontecimientos bélicos y crisis económicas, es el caso, por ejemplo, de la caída de los precios en los combustibles fósiles y el COVID-19, hechos que aceleraron la transición digital en organizaciones públicas y privadas por medio de la adopción de herramientas electrónicas, desde clases en línea, tecnologías no tripuladas o el uso de robots automatizados para maximizar la productividad y reducir los riesgos de contagio. Esto provocó el desplazamiento de empresas petroleras líderes que controlaban los mercados internacionales, como Shell, Exxon y BP, dando lugar a las nuevas empresas generadoras de datos inteligentes como Apple, Facebook y Amazon (Stepan-Zemtsov, 2020). Los nuevos conceptos estratégicos como el aprendizaje tecnológico o aprendizaje por integración, cobran interés dentro del periodo analizado, el cual se caracteriza por la capacidad acumulativa de las innovaciones disruptivas (Kodama, 2018).

Es así como la tasa en la aceleración del proceso digital y la automatización se encuentra en aumento y, por consecuencia, también la generación de nuevas oportunidades laborales en áreas creativas basadas en ciencia y tecnología (Florida, 2002); sin embargo, sigue aumentando la tendencia en la brecha del des-

plazamiento de capital humano en empleos de manufactura, técnicos mecánicos, call center, así como en el segmento con mayor interacción entre personas como los servicios bancarios, agentes de seguros y turismo (Leibovici *et al.*, 2020).

En tal sentido, el sistema económico mundial también ha mostrado una evolución en las transacciones, después de que durante muchos años el oro funcionara como el respaldo dentro de los mercados internacionales, pues ahora existe un desplazamiento actualizado por monedas inteligentes o también conocidas como criptomonedas, que son instrumentos de pago descentralizado con tecnología de inteligencia artificial (Shahzad *et al.*, 2019; Duc-Huynh *et al.*, 2020). Por ello, la construcción de las ciudades inteligentes se basa a partir de infraestructuras centradas en tecnologías del blockchain, inteligencia artificial y big data, las cuales cuentan con estructuras más sólidas en eficiencia de producción y demanda de consumo, en comparación con los mercados tradicionales, en los cuales los datos, la conectividad y la nube son factores que facilitan la interconexión de información para la generación de valor (Yeji-Yun y Minhwa-Lee, 2019).

En un mundo globalizado, la academia desarrolla nuevo conocimiento para mejorar las demandas del mercado, para esto es fundamental orientar la investigación aplicada que atienda una problemática (Olaya-Escobar *et al.*, 2017). Según Narváez *et al.* (2016), el proceso de comercialización de tecnología o licenciamiento desde la academia, toma sentido cuando se obtienen los primeros resultados del proyecto de investigación, a continuación, los encargados de la gestión de la propiedad industrial evaluarán los beneficios y los diferenciadores técnicos publicados en el estado de la técnica.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento de los segmentos tecnológicos predominantes y la relación con las solicitudes de patente de la academia mexicana, mediante el estudio de 30, 343 patentes nacionales e internacionales publicadas en México entre 2016 y 2019.

Revisión de literatura

El sistema de patentes busca el beneficio entre consumidores y usuarios por medio de la compensación a inventores que fomenten la innovación y el desarrollo tecnológico a través del otorgamiento exclusivo de explotación, al poner a disposición pública los avances técnicos en la materia, esto quiere decir que el estado impedirá que terceros utilicen, produzcan o distribuyan la invención sin autorización del titular. Este derecho de explotación tiene una duración de 20 años, posteriormente a este plazo, la patente será de dominio público, dando como resultado una tecnología de reproducción libre (OMPI, 2021). El titular de la patente tendrá el derecho exclusivo de producir y distribuir la invención por sí mismo, o transferir la tecnología por medio de la venta total o parcial, debido a que las patentes constituyen uno de los vehículos para la comercialización y licenciamiento de tecnologías (Pérez-Hernández *et al.*, 2021).

En los últimos años, se ha reflejado a nivel internacional un crecimiento constante con relación al número de solicitudes de patente reclamadas por universidades y empresas, creando un mercado sólido de especulación en la comercialización, así como licenciamiento tecnológico. En México, las patentes representan un indicador importante para los investigadores y las instituciones públicas, ya que el 95 % de las presentadas son por instituciones públicas (Calderón-Martínez, 2014).

Diversos estudios enfatizaron la importancia del análisis de patentes, debido a que refleja información técnica actualizada para identificar los últimos avances tecnológicos, así como la capacidad de desarrollo de innovación en cada país (Chen *et al.*, 2015). Existen distintas herramientas bibliométricas y patentométricas que atienden el análisis de patentes, debido a que son consideradas como uno de los indicadores más representativos en el mercado, pues contienen información técnica actualizada que permite identificar dinámicas, comportamientos comerciales y proyectar tendencias futuras entre tecnologías (Elvers *et al.*, 2016).

En efecto, los estudios de vigilancia tecnológica están directamente relacionados con la gestión del conocimiento desde una perspectiva técnica, adoptando métodos de prospección y mapa de ruta para detectar ventajas y desventajas. La aplicación de estrategias

para la observación y el análisis de un sistema de vigilancia tecnológica, tal y como lo plantea Rodríguez *et al.* (2015), sigue el siguiente proceso: 1) búsqueda y recopilación de información; 2) análisis e interpretación de información; y 3) sintetizar la información.

Si bien el objetivo principal de las universidades se ha centrado en crear capital humano calificado, en los últimos años alrededor del mundo se han producido avances significativos en investigación de alto impacto comercial con aplicación industrial (Herrera-Tapia y Suárez-Rincón, 2021). Para ello, las patentes han cobrado relevancia como resultado en proyectos de investigación, ya que su correcto análisis permite determinar la innovación en intervalos de tiempo, identificando avances tecnológicos en procesos y productos a partir del ingenio humano (Beltrán-Morales *et al.*, 2021), siendo las patentes el principal catalizador para la comercialización de nuevo conocimiento (Rogers y Hoffmann, 2000).

Metodología

La metodología empleada para el desarrollo de la investigación consistió en el estudio del comportamiento de 30, 343 familias de patentes publicadas en México durante el año 2016 al 2019. Los datos por familia de patentes fueron obtenidos por cadenas de búsqueda especializada en dos bancos de patente internacionales y una nacional: (a) PATENTSCOPE (World Intellectual Property Organization, 2022); (b) ESPACENET (European Patent Office, 2022); y (c) SIGA (Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual, 2022). Los registros se descargaron utilizando el software Microsoft Excel y se realizó una codificación adicional de forma manual para validar los campos mencionados.

La estrategia inicial se llevó a cabo para aproximar el comportamiento por familias de patentes nacionales e internacionales publicadas en territorio mexicano en un periodo de cuatro años, con los truncadores AND por medio de la siguiente cadena de búsqueda: (Restriction country (MX)); AND Publ. number; (Between (01-01-2016:21-12-2019)) con un resultado de 30, 343 publicaciones. Posteriormente, se identificaron a los principales asignatarios con más publicaciones de patente dentro del periodo analizado, complementando la cadena de búsqueda utilizando los truncadores AND y OR /(Assignee (PA/OPA)) AND



(State/ACT = Dead OR Alive)), donde ACT es igual a una patente activa, con un total de 23, 144 otorgadas, 7, 119 en trámite y 0 muertas.

En este sentido, se identificaron los principales dominios tecnológicos por medio del comportamiento de la Clasificación Internacional de Patentes (CIP o IPC, por sus siglas en inglés), complementado la cadena de búsqueda utilizando AND ((IPC)). Se utilizó la plataforma Orbit Intelligence, herramienta en inteligencia de patentes (Questel, 2021), para analizar los resultados obtenidos y generar los escenarios referentes a el comportamiento de patentes de la dinámica inventiva en México entre 2016 y 2019.

Por último, se identificaron las principales organizaciones representadas por la academia, tales como universidades, centros de investigación e institutos de educación superior con más solicitudes de patente hasta el 2021 en México, mediante la plataforma SIGA (Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual, 2022); asimismo, se analizó cuáles segmentos tecnológicos predominan en la academia por medio de la CIP.

Resultados

En la **Figura 1** se observa el comportamiento de familias de patentes registradas en México entre 2016 y 2019, con un total de 30, 343 patentes publicadas, de las cuales, el estatus legal es del 76.3 % (referente a 23, 144) de patentes otorgadas, mientras que el 23.7

% (referente a 7, 119) son patentes en trámite. El 2016 representó el año con más participación, ya que se publicaron 14, 635 solicitudes de patente, de las cuales 12, 283 fueron otorgadas.

Por el contrario, en los siguientes tres años se observa un decremento en las solicitudes de patente, siendo el 2019 el periodo con menor participación, solo 247 patentes publicadas. Es importante considerar que la información de patente actual, demora 18 meses entre la presentación de una solicitud y su publicación.

En la **Figura 2** se muestran los 10 principales asignatarios con más patentes publicadas en el periodo analizado, es decir, esta ilustración presenta los principales solicitantes por volumen estudiado; asimismo, analiza el tamaño de las carteras de patentes por solicitante y su estatus legal. No se detecta la participación de empresas u organizaciones académicas mexicanas, por el contrario, los 10 principales asignatarios con mayor dominio técnico generado a partir de solicitudes y títulos de patente otorgados en territorio mexicano, son empresas extranjeras con aplicación industrial en el área automotriz, metalmecánica, telecomunicaciones y bioquímica.

En primer lugar se encuentra la empresa multinacional de origen estadounidense especializada en la industria automotriz, Ford Global Technologies, la cual registró 1, 186 publicaciones de patente de las

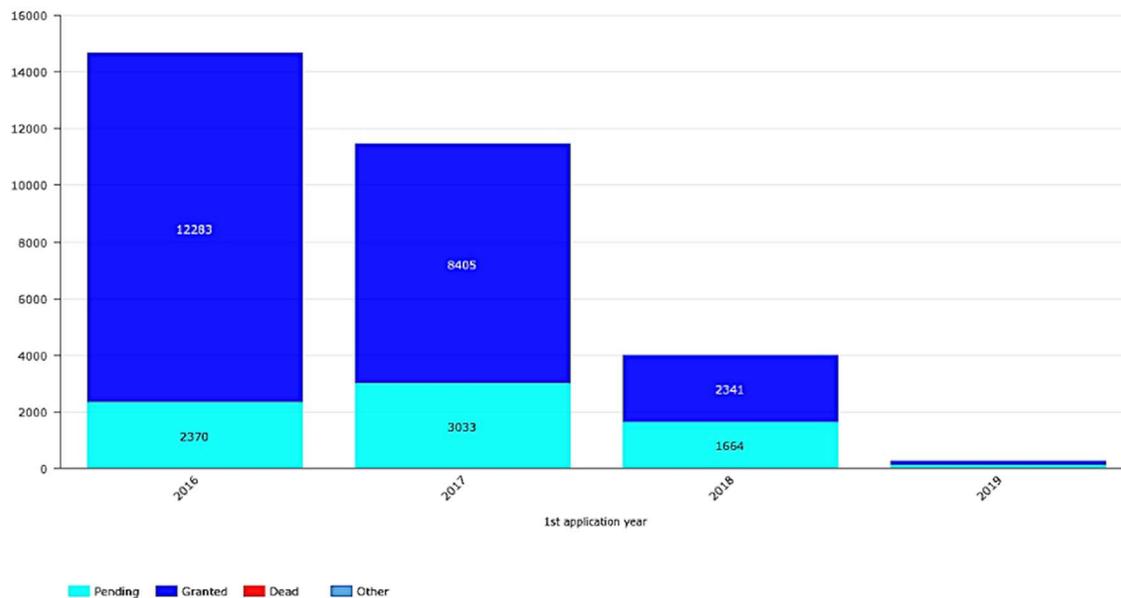


Figura 1. Comportamiento de patentes de la dinámica inventiva en México, 2016-2019. Análisis de información con el sistema Orbit Innovation, 2022.

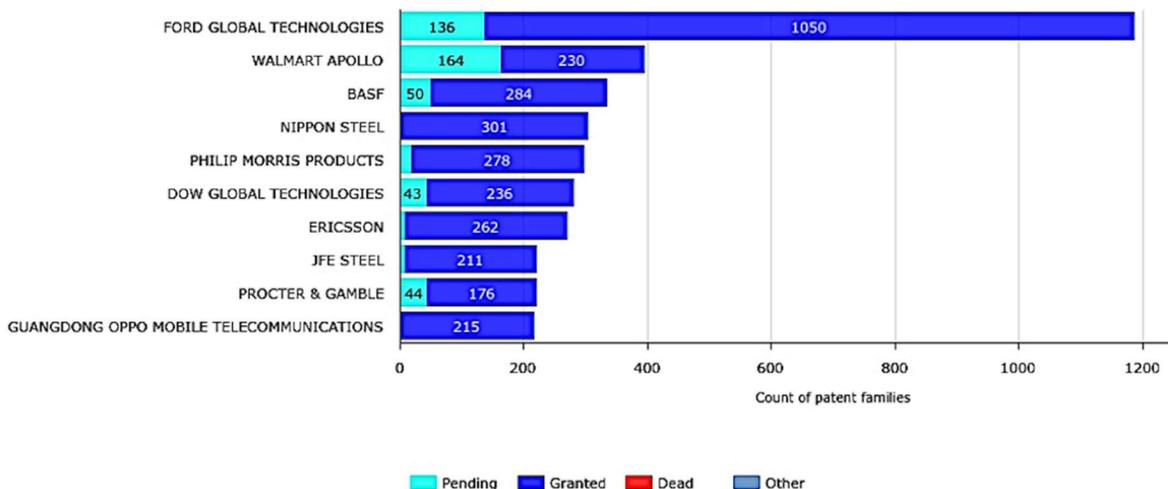


Figura 2. Asignatarios con mayor participación en México. Análisis de información con el sistema Orbit Innovation, 2022.

cuales 1, 050 se encuentran otorgadas. En segundo lugar se encuentra la empresa, también estadounidense, Walmart Apollo, dedicada a la venta de productos de forma electrónica, misma que registró 294 publicaciones, de las cuales 230 patentes están otorgadas. En tercer lugar está la empresa alemana Basf, con giro industrial de productos químicos, la cual registró 334 patentes de las cuales 284 se encuentran otorgadas. En cuarto lugar se halla la empresa japonesa productora de acero Nippon Steel, misma que registró 303 patentes, de las cuales 301 se encuentran

otorgadas. En la quinta posición se encuentra la empresa productora de tabaco Philip Morris Products, con 297 publicaciones y 279 patentes otorgadas.

En la **Figura 3** se muestran a los 10 principales asignatarios con más patentes publicadas en México durante el periodo analizado, así como las principales aplicaciones por segmentos tecnológicos obtenidos de los códigos de la CIP. En las 435 patentes de Ford Global Technologies, predominan en la aplicación de transporte y 223 en control; las patentes de Walmart predominan en métodos para la gestión de tecnologías de la información; mientras que las patentes de Ericsson predominan en telecomunicación.

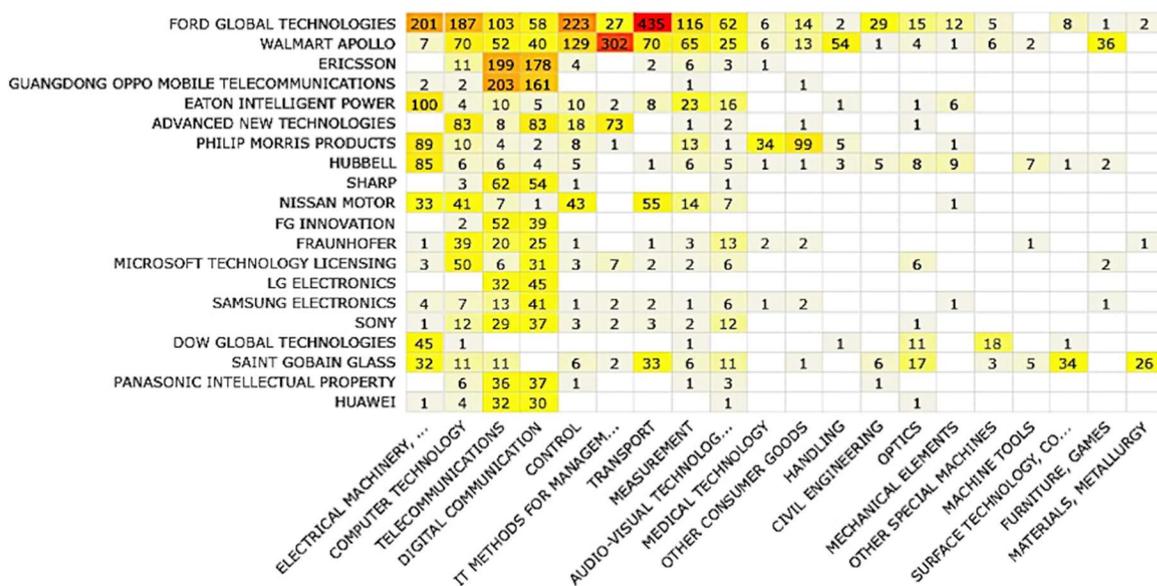


Figura 3. Jugadores clave por dominio técnico. Análisis de información con el sistema Orbit Innovation, 2022.



En relación con el resultado anterior, en la **Figura 4** se visualizan las principales aplicaciones por segmentos tecnológicos agrupados en 35 campos tecnológicos obtenidos de los códigos de la CIP. Estos resultados muestran que si bien, en los últimos años la mayor producción de patentes ha sido por empresas internacionales del área automotriz, metalmecánica y telecomunicaciones, no atienden directamente al universo tecnológico fundamental en México, los cuales son patentes farmacéuticas con 62, 777 patentes; química en materiales básicos con 3, 212 patentes; química orgánica con 3, 156 patentes; máquinas especiales con 3, 053 patentes; transporte con 3, 048 patentes; biotecnología con 2, 718 patentes; tecnología médica con 2, 464 patentes; manejo con 2, 367 patentes; maquinaria eléctrica con 2, 344 patentes; e ingeniería química con 2, 324 patentes. La ilustración permite identificar los principales negocios y la diversidad en la aplicación de las carteras de patente y posibles nuevas áreas en potencia de los solicitantes del 2016 al 2019.

En la **Tabla 1** se pueden observar las 10 organizaciones académicas con más solicitudes de patente en México, así como el porcentaje de la CIP más predominante por organización. El código CIP A61K, referente al segmento de “preparados para fines médicos, dentales o de inodoro”, es el área en donde se encuentra el mayor número de patentes, seguido por el

CO2F referente a “microorganismos o enzimas; composiciones de los mismos; propagar, preservar o mantener los microorganismos; ingeniería de mutación o genética; medios de cultivo”. Esto quiere decir que la academia en México se encuentra generando investigación aplicada en el área de salud, por ejemplo, nuevas moléculas para el desarrollo de fármacos, dispositivos médicos, entre otras aplicaciones biomédicas.

Discusión

El comportamiento de publicaciones de patentes solicitadas en México dentro del periodo analizado, reflejó un decremento significativo y preocupante de más del 100 % al 2019, relacionado con las nuevas demandas tecnológicas a nivel internacional, debido a la implementación de nuevos procesos inteligentes, así como la adopción de nuevas tecnologías en la cadena de valor, permitiendo un aumento significativo en calidad y eficiencia tecnológica (Vivarelli, 2014). En este sentido, las empresas con mayor número de solicitudes de patente otorgadas son de carácter internacional, pertenecientes a la industria automotriz, electrónica, química y farmacéutica. Es importante señalar que no existe participación alguna de empresas o universidades mexicanas en el ranking.

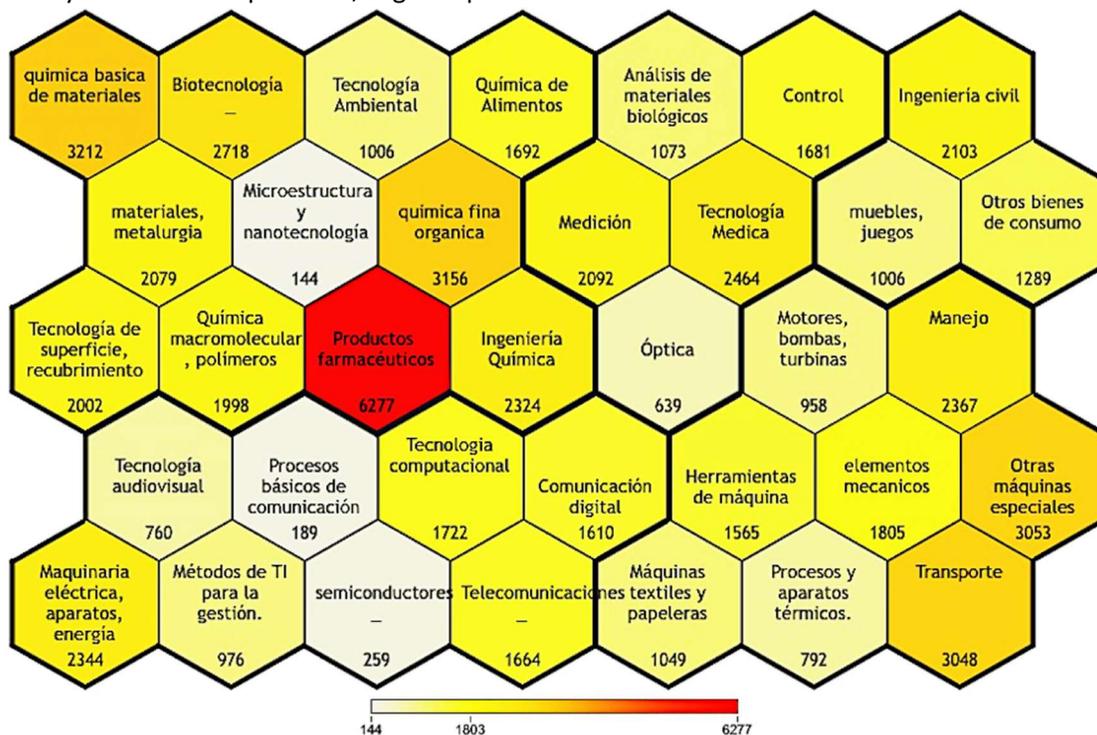


Figura 4. Principales aplicaciones tecnológicas. Análisis de información con el sistema Orbit Innovation 2022.

Tabla 1
 Top 10 de universidades, centros de investigación e instituciones de educación superior con más solicitudes de patente en México.

Universidades	Solicitudes de patente	Códigos CIP		
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	632	<u>A61k</u> 33.81 %	<u>C12N</u> 15.37 %	<u>C07K</u> 10.40 %
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	354	<u>A61K</u> 24.48 %	<u>C12N</u> 18.87 %	<u>G01N</u> 13.26 %
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	228	<u>A61K</u> 21.17 %	<u>A61B</u> 14.11 %	<u>B01J</u> 9.41 %
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	216	<u>A61K</u> 23.63 %	<u>C12N</u> 16.36 %	<u>G01N</u> 10.9 %
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	178	<u>A61K</u> 24.44 %	<u>C22B</u> 15.55 %	<u>C02F</u> 14.44 %
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	147	<u>A61F</u> 17.64 %	<u>A61K</u> 17.64 %	<u>G01N</u> 13.72 %
Universidad de Guanajuato (UG)	125	<u>A61K</u> 14.28 %	<u>C07D</u> 14.28 %	<u>C07F</u> 14.28 %
Universidad de Sonora	74	<u>A61K</u> 28.2 %	<u>F24J</u> 12.82 %	<u>C23C</u> 10.25 %
Universidad de Guadalajara (UdeG)	87	<u>A61K</u> 20 %	<u>B82Y</u> 15 %	<u>B01J</u> 11.66 %
Tecnológico Nacional de México (TECNM)	83	<u>A23L</u> 32.43 %	<u>C12N</u> 13.51 %	<u>G01N</u> 10.81 %

Fuente: Elaboración propia en Siga IMPI.

Dentro de las principales aplicaciones tecnológicas de patentes solicitadas en territorio mexicano entre 2016 y 2019, se encuentran los productos farmacéuticos, materiales químicos, orgánicos y biotecnológicos. Estos resultados muestran que la investigación aplicada desarrollada por las organizaciones académicas mexicanas, se encuentran alineadas a las demandas actuales de la industria privada, considerando que si existe el interés de protección en áreas estratégicas, garantizarán la explotación mediante la exclusividad comercial que otorga una patente. Para que un producto farmacéutico esté disponible en el mercado, debió pasar primero por estudios clínicos y procesos de regulación sanitaria, posiblemente de nueve a 16 años previos en investigación y desarrollo, por lo que el pe-

riodo de explotación de patente es corta, considerando que una patente otorga el derecho de exclusividad por 20 años (Reinhardt *et al.*, 2020).

Según Schwab (2016), la economía del futuro se caracteriza por la fusión de tres segmentos tecnológicos: física, digital y biotecnología. En efecto, los mercados internacionales se encuentran en un proceso de adaptación gradual (Smith y Anderson, 2014), por lo tanto, en México, los productos biofarmacéuticos y de la industria química se encuentran como punteros en el ranking, se observa la participación de dominios tecnológicos en maquinaria especial, tecnología médica, manejo y maquinaria eléctrica, en donde se puede identificar la participación de nuevos segmen-



tos tecnológicos en industrias de educación a distancia, telemedicina, biotecnología e internet de las cosas.

Mientras tanto, los autores proponen trabajar mediante una vinculación efectiva entre los agentes de innovación (academia, gobierno, sector privado y sociedad) para adoptar procesos que disminuyan los riesgos dentro del proceso de adopción de alta tecnología (Álvarez y Bernal, 2021; Pedial *et al.*, 2018).

Conclusiones

Durante el periodo analizado no se encontraron empresas u organizaciones académicas mexicanas con dominio tecnológico en el país, ya que el top 10 de asignatarios con más solicitudes y patentes otorgadas son empresas extranjeras del área automotriz, metalmecánica, telecomunicaciones y bioquímica. Sin embargo, las organizaciones académicas con más solicitudes de patente en México lideradas por la UNAM, IPN, BUAP, UANL y UAM, generan investigación aplicada en el sector de la salud, específicamente farmacéutica y bioquímica, áreas predominantes en la concentración de patentes en México, lo cual refleja que el desarrollo tecnológico de la academia no se encuentra desapegada con los intereses de la industria. La metodología propuesta en conjunto con la interpretación de resultados de esta investigación, permiten proyectar distintos escenarios de oferta y demanda tecnológica a partir del comportamiento histórico de solicitudes de patente en territorio mexicano. Por último, se recomienda relacionar las líneas de investigación aplicada de la academia sobre las principales aplicaciones técnicas de las empresas con mayor demanda de patentes en México, con la finalidad de mejorar el alcance comercial, ya sea por licenciamiento o transferencia de tecnología.

Agradecimientos

Este trabajo se llevó a cabo con el apoyo de CONACYT y el departamento de investigación de la UPAEP, por lo que se extiende un agradecimiento por el fortalecimiento en la formación del capital intelectual de sus alumnos.

Referencias

- Álvarez-Aros, E. L., Bernal-Torres, C. A., 2017, Modelo de innovación abierta: énfasis en el potencial humano: *In-formación Tecnológica*, 28(1), 65–76. ISSN 0718-0764. doi.org/10.4067/S0718-07642017000100007.
- Beltrán-Morales, L. F., Almendarez- Hernández, M. A., Avilés-Polanco, G., Jefferson, D. J., 2021, Effects of the utilization of intellectual property by scientific researchers on economic growth in Mexico: *PLoS One*, 16(10), e0258131. doi.org/10.1371/journal.pone.0258131.
- Calderón-Martínez G., 2014, Patentes en instituciones de educación superior en México: *Revista de la Educación Superior*, XLIII (2), 37–56. ISSN 0185-2760. doi.org/10.1016/j.resu.2014.06.001.
- Chen, N., Liu, Y., Cheng, Y., Liu, L., Yan, Z., Tao, L., Guo, X., Luo, Y. Yan, A., 2015, Technology resource, distribution, and development characteristics of global influenza virus vaccine, a patent bibliometric analysis: *PLoS One*, 10(9), 1-19. doi.org/10.1371/journal.pone.0136953.
- Duc Huynh, T. L., Hille, E., Ali Nasir, M., 2020, Diversification in the age of the 4th industrial revolution, the role of artificial intelligence, green bonds and cryptocurrencies: *Technological Forecasting and Social Change*, 159 120188. doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120188.
- Eivers, D., Hoon Song, C., Steinbüchel, A., Leker, J., 2016, Technology trends in biodegradable polymers, evidence from patent analysis: *Polymer Reviews*, 56(4), 584–606. doi.org/10.1080/15583724.2015.1125918.
- European Patent Office, “Patent Search”, <https://worldwide.espacenet.com/patent/search>, [consultado el 11 de febrero de 2022].
- Florida, R., 2002, The rise of the creative class: *New York Basic Books*. ISBN 13 9781541617742. doi.org/10.25071/1705-1436.180.
- Gera, I., Singh, S., 2019, Critique of economic literature on technology and fourth industrial revolution, employment and the nature of jobs: *The Indian Journal of Labour Economics*, 62(4), 715–729. doi.org/10.1007/s41027-019-00191-8.
- Herrera Tapia, F., Suárez Rincón, J.V., 2021, Rol de las universidades en el sistema nacional de innovación mexicano: *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(93), 139–157. ISSN 1315-9984. doi.org/10.52080/rvg93.11.

- Kodama, F., 1995, Emerging patterns of innovation: *Harvard Business School Press*: Boston, MA, USA. ISBN 10 0875844375.
- Kodama, F., 2018, Learning mode and strategic concept for the 4th industrial revolution: *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(32). doi.org/10.3390/joitmc4030032.
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, "SIGA", <https://siga.impi.gob.mx/newSIGA/content/common/principal.jsf>, [consultado el 11 de febrero de 2022].
- Leibovici, F., Santacreu, A., Famiglietti, M., 2020, Social distancing and contact-intensive occupations: *Federal reserve bank of St. Louis*.
- Máynez Guaderrama, A. I., Noriega Morales, S. A., 2015, Transferencia de conocimiento dentro de la empresa, beneficios y riesgos individuales percibidos: *Knowledge Transfer inside Businesses: Perceived Individual Benefits and Risks*, 27(54), 29–52. ISSN 2594.
- Narváez G., Maridueña M., Chávez J., González. M., 2016, Las spin off universitarias, revisión de la literatura sobre la ambigüedad del constructo: *Revista Global de Negocios*, 4(7), 95–108. ISSN 2328 4668.
- Olaya-Escobar, E. S., Berbegal-Mirabent, J., Alegre, I., Duarte Velasco, O. G., 2017, Researchers' willingness to engage in knowledge and technology transfer activities, an exploration of the underlying motivations: *R and D Management*. doi.org/10.1111/radm.12263.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, "¿Qué es la propiedad intelectual?", <https://www.wipo.int/about-ip/es/>, [consultado el 11 de febrero de 2022].
- Pérez-Hernández, P., Calderón, G., Noriega, E., 2021, Generation of university spin off companies, challenges from Mexico: *Journal of Technology Management & Innovation*, 16(1). ISSN 0718 2724. doi.org/10.4067/S0718-27242021000100014.
- Padial, M., Pinzón, S., Navarro, B., San Juan, P., Ruiz, J., Espinosa, J., 2018, Implantación efectiva de la cuádruple hélice basada en el modelo de innovación en envejecimiento activo: *Gaceta Sanitaria*, 33(5). doi.org/10.1016/j.gaceta.2018.08.003.
- Reinhardt, I. C., Oliveira, J., Ring, D., 2020, Current perspectives on the development of Industry 4.0 in the pharmaceutical sector: *Journal of Industrial Information Integration*. doi.org/18(100131). doi.org/10.1016/j.jii.2020.100131.
- Rogers E., Yin Y., Hoffmann J., 2000, Assessing the effectiveness of technology transfer offices at U.S. research universities: *The Journal of the Association of University Technology Managers*, 12, 47–80. doi.org/10.1561/0300000006.
- Schwab, K., 2016, The fourth industrial revolution, what it means, how to respond: *Foreign Affairs*. ISBN 13 9781944835019.
- Shahzad, S.J.H., Bouri, E., Roubaud, D., Kristoufek, L., Lucey, B., 2019, Is bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities?: *International Review of Financial Analysis*, 63, 322–330. doi.org/10.29106/fesa.1092764.
- Smith, A., Anderson, J., 2014, AI, robotics, and the future of jobs: Washington, D.C. *Pew Research Center*. Pew Research Center, "AI, robotics, and the future of jobs", <https://www.pewresearch.org/wp-content/uploads/sites/9/2014/08/Future-of-AI-Robotics-and-Jobs.pdf>, [consultado el 11 de febrero de 2022].
- Stepan Zemtsov., 2020, New technologies, potential unemployment and nescience economy during and after the 2020 economic crisis: *Regional Science Policy and Practice*, (12) 723–743. doi.org/10.1111/rsp3.12286.
- Gotodigital, "The Learning Company", <https://gotodigital.es/acercade/>, [consultado el 26 de noviembre de 2019].
- Vivarelli, M., 2014, Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature: *Journal of Economic Issues*, 48(1), 123–154. doi.org/10.2753/JEI0021-3624480106.
- Questel, "Orbit Intelligence", <https://www.orbit.com>, [consultado el 11 de febrero de 2022].
- World Intellectual Property Organization, "PATENTSCOPE", <https://patentscope.wipo.int/search/en/advancedSearch.jsf>, [consultado el 11 de febrero de 2022].
- Yeji Yun, Minhwa Lee., 2019, Smart city 4.0 from the perspective of open innovation: *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5(92). doi:10.3390/joitmc5040092.