



Investigación Administrativa
ISSN: 1870-6614
ISSN: 2448-7678
ria@ipn.mx
Instituto Politécnico Nacional
México

Desigualdad de la Innovación en México

Galicia-Haro, Emma Frida; Coria-Páez, Ana Lilia; Gutiérrez-Galicia, Francisco

Desigualdad de la Innovación en México

Investigación Administrativa, vol. 51, núm. 129, 2022

Instituto Politécnico Nacional, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456069571003>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Desigualdad de la Innovación en México

Innovation Inequality in Mexico

Emma Frida Galicia-Haro
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de
Comercio y Administración Unidad Tepepan, México
fgalicia@ipn.mx

 <https://orcid.org/0000-0001-8102-5696>

Ana Lilia Coria-Páez
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de
Comercio y Administración Unidad Tepepan, México
acoria@ipn.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-0309-8528>

Francisco Gutiérrez-Galicia
Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional
Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo, México
fgutierrezga@ipn.mx

 <https://orcid.org/0000-0001-6354-9330>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456069571003>

Recepción: 15 Abril 2021
Aprobación: 06 Diciembre 2021

RESUMEN:

Este trabajo tiene como objetivo analizar la desigualdad de la innovación en México mediante la función de producción de conocimiento empleando el método econométrico de datos de panel aplicado en dos bloques de estados de la república, uno con las mejores y otro con las dinámicas económicas más bajas, esta aplicación resulta original frente a estudios basados en el análisis factorial. La variable dependiente se tomó de los datos de las solicitudes de patente realizadas por residentes en el estado y como variables independientes cinco representativas de los componentes del avance tecnológico, el aprendizaje y el conocimiento y el entorno. Los hallazgos de la investigación muestran diferentes impactos e importancia para cada bloque, dando como resultado una coincidencia sólo en que los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores tienen la mayor significancia estadística. La inexistencia de información anual sistematizada a nivel estatal limita la realización de estudios de mayor alcance.

PALABRAS CLAVE: innovación, crecimiento económico, datos de panel, solicitud de patentes. Deseigualdad, Mexico.

ABSTRACT:

This work aims to analyze the innovation inequality in Mexico, through the knowledge production function using the panel data econometric method in two blocks of states of the republic, one with the best and the other with the lowest economic dynamics. This application is original compared to studies based on factor analysis. The dependent variable was taken from the data of patent applications made by residents of the state and as independent variables five representative of the components of technological advancement, learning and knowledge and the environment. Research findings show different impacts and importance for each block, coinciding only that researchers from the National System of Researchers have the highest statistical significance. The lack of annual information systematized at the state level limits the carrying out of more far-reaching studies.

KEYWORDS: innovation, economic growth, panel data, patent applications., Inequality, Mexico.

NOTAS DE AUTOR

fgalicia@ipn.mx

INTRODUCCIÓN

A finales de la primera década del siglo XXI, el mundo registró una de las crisis económicas internacionales financieras más significativas que causó un deterioro general de las condiciones de vida de la humanidad, con efectos en los años siguientes de bajos niveles de crecimiento que dificultaron alcanzar un impulso sostenido. Este fenómeno se definió como "nueva normalidad" debido a una caída del empleo, un bajo crecimiento de la productividad y una baja y constante disminución de la tasa de crecimiento de la economía (WEF, 2015). Ante esto, una tendencia mundial ha ido ganando fuerza en favor de la innovación como nueva fuente de crecimiento en el presente y en el futuro (IMCO, 2016; OCDE, 2019; OECD, 2017; WEF, 2018) con el surgimiento de la llamada 4a Revolución Industrial que pronosticó el impulso de crecimiento a través de la innovación.

Según el Foro Económico Mundial (WEF, 2018), las naciones desarrolladas han incorporado los impulsores de la innovación en sus economías. Como resultado, América del Norte y Europa se encuentran en los primeros lugares de competitividad global con una media de 70,8 en una escala de 100 en el índice de competitividad mundial. Sobresaliente en esta medición es el resultado obtenido por las naciones del Pacífico Asiático que las superan con un promedio de 72,6. Sin embargo, este desempeño es desigual ya que, en el extremo opuesto, el África subsahariana registra en promedio 45.2 y México 46.0, lo que los coloca por debajo de la mediana de la escala de índice.

La innovación definida en el Manual de Oslo es "un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de estos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso)." (OECD y Eurostat, 2018, pág. 20).

En los últimos años, el estudio de la innovación ha ido ganando importancia dentro de los motores de la competitividad y el crecimiento económico. En los modelos conocidos como New Growth Theory (Nelson y Winter, 1982; Sala-i-Martin, 2018) la incorporación de funciones de producción se ha promovido no solo a los conocidos factores de capital y mano de obra. En ellos es relevante introducir como factor determinante el capital humano diferente del factor trabajo a la hora de distinguir la capacidad de conocimiento y el papel crucial del desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (CyT) que puede generar.

La inclusión del capital humano en los modelos de crecimiento tuvo en paralelo aclarar la relación entre el conocimiento y los factores centrales de investigación y desarrollo (I+D) en la promoción del cambio tecnológico. El desarrollo de Romer es fundamental en la promoción de la importancia del capital humano para establecer claramente la existencia del progreso tecnológico como resultado de la intervención humana, que se define como "las cosas que la gente hace" (1994, pág. 12), desde las decisiones internas hasta el modelo de crecimiento, aislando la idea de que el tiempo trae progresos desde fuera del modelo, así como el hecho de que cuantas más personas se dedican a la investigación, el mayor número de descubrimientos se harán. Para Nelson y Winter (1982) el capital humano que se encuentra en los países más desarrollados está más calificado para la innovación debido al mayor volumen de stock de capital físico acumulado que le permite incorporar innovaciones en menos tiempo, lo que no sucede con los países de menor desarrollo, que tienen una fuerza de trabajo sin habilidades adecuadas a su capital, por lo que tomará más tiempo adquirirlas para la nueva tecnología.

La formalización de la teoría está representada por el modelo (Arrow, 1962) que incluye tanto las inversiones en capital humano como las realizadas en investigación y desarrollo, como se detalla a continuación:

$$Y=F(R,K,H) \quad (1) \text{ Importar tabla}$$

Donde la función de producción en este caso la innovación medida como solicitudes de patentes está determinada por la investigación y el desarrollo (R) capital físico (K) y capital humano (H), lo que implica dar un lugar dentro de los factores conocidos a las actividades que generan conocimiento, y por lo tanto aumentan

la producción y el crecimiento. La importancia del conocimiento y la búsqueda del cambio tecnológico como elementos esenciales del crecimiento económico impulsan la construcción de indicadores que pueden identificar el impacto que estas dos conceptualizaciones tienen en el desempeño de empresas, regiones y naciones.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos teóricos desarrollados bajo la llamada teoría endógena del crecimiento, no existe una propuesta única para medir con precisión la innovación bajo métodos cuantitativos. La contribución a este problema ha sido la creación de un amplio y detallado grupo de enfoques que presentan variables "proxi" que han aportado conocimiento sobre los efectos de las innovaciones en el crecimiento de las empresas, las regiones y las naciones. Entre las variables más reconocidas están las patentes, el gasto en I+D, el número de ingenieros, de científicos, empleados en áreas de tecnología y aplicaciones informáticas, la innovación puede medirse, por tanto, desde un aspecto especial de la misma.

Griliches, (1998) aporta el uso de las patentes como medida de la innovación a través de una muestra de empresas. Diseña una función de producción de conocimiento basada en patentes mediante la investigación del grado de correlación entre las solicitudes de patente y los gastos anteriores en I+D basados en retrasos en el tiempo. En ella observa la correlación entre P (número de patentes) y R (gasto de investigación) y afirma que si K (aumento de conocimiento económicamente valioso) es el resultado del proceso R, y P es un indicador de su éxito, entonces la correlación entre P y K habría sido aún mayor, si se hubiera podido medir.

Su principal conclusión es la existencia de un vínculo entre los gastos de I+D y las solicitudes de patente, así como la variación del gasto en I+D paralelo a su nivel de patentamiento, razón por la cual se consideró plausible que si mejorara la información disponible sobre las condiciones de la creación de patentes sería posible medir las fluctuaciones de la innovación.

En estas condiciones, las patentes son un indicador cuantitativo de la innovación que permite identificar el impacto del capital humano y los componentes de la investigación y el desarrollo dada su capacidad para incorporar el valor económico de la I+D y el conocimiento.

Además de estos enfoques teóricos centrados en el cambio tecnológico y el conocimiento como motores endógenos de la innovación, han existido teorías basadas en el atraso económico que iluminan aspectos relevantes en la explicación del crecimiento desigual de las naciones, entidades, ciudades o comunidades, que explican la apropiación diferencial del avance tecnológico y el desarrollo del conocimiento. Destaca en este sentido, la perspectiva del pensamiento estructuralista de Latinoamérica, de mediados del siglo XX. En ella existe el postulado de la importancia de la innovación en el avance económico dado que concebía un centro donde se crea y dispersa el avance tecnológico (países centrales), y una periferia que recibe y opera tecnologías importadas (economías atrasadas) (Bárcena & Torres, 2019). En estas últimas persisten condiciones ajenas al centro, afectando el impulso de la innovación local. Inicialmente, no existe correspondencia entre el progreso requerido y la producción de bienes innovadores, lo que genera una brecha entre las naciones innovadoras y las que no lo son, la que se amplía cuanto más considerable es la sofisticación del producto (Cimoli et al., 2019).

Esta brecha también puede ocurrir en el interior del país, concentrando la producción de los bienes más innovadores en las zonas con las mejores dotaciones de recursos de todo tipo. Por el contrario, la producción de las tradicionales se ubica en zonas denominadas periféricas (Dávila-Fernández y Sordi, 2019).

Por otro lado, dado que el centro es más innovador que la periferia, se puede adquirir innovación (catch-up) desde la periferia, lo que no garantiza los mismos resultados en impulsar el crecimiento. Porque culturalmente, hay diferencias que pueden ser marginadas en el entorno local con el fin de introducir las innovaciones del centro, como fue el caso en Italia en el período posterior a 1964 (Antonelli y Feder, 2019).

Si bien en el caso de los conocimientos, existen condiciones que pueden distorsionar los beneficios de la innovación en las naciones en desarrollo, como lo que denominó Fajnzylber (1990) "competitividad espuria", determinada por la búsqueda de beneficios a costa de los salarios, y que, según Nishi (2019) ante la existencia de un gran número de mano de obra no calificada y la ausencia de políticas nacionales decididas a

aumentar las capacidades tecnológicas de los empleados y las empresas, lo que puede surgir es el desempleo, en contraposición a la adopción de innovaciones de ahorro de mano de obra (Tavani y Zamparelli, 2017).

La creciente importancia de la innovación como factor relevante que impulsa el crecimiento económico y los cambios estructurales han centrado sus esfuerzos en los factores que la determinan y el papel que desempeña dentro de esos procesos en particular desde la propuesta del crecimiento endógeno (Jones, 2021; Klenow & Huiyu, 2020). Los criterios para estas mediciones provienen de dos corrientes de pensamiento, (Arrow, 1962; Romer, 1990). Ambas coinciden con la importancia de la innovación en los procesos de crecimiento económico y el fomento de la competitividad. Estas tendencias se basan en la importancia del progreso tecnológico y en el conocimiento cuyas propuestas se centran en la posibilidad de un crecimiento constante contra el postulado clásico de la economía estacionaria.

Más recientemente, estos modelos han incorporado al enfoque que tanto el progreso tecnológico como el conocimiento, requieren la existencia de un entorno favorable para su desarrollo (Kogut et al., 2021; Niembro, 2017), que da importancia a los actores gubernamentales, empresariales, sociales y culturales que juntos crean un clima favorable para el desarrollo no sólo de la innovación sino de la competitividad y el crecimiento económico en lugares específicos.

Hay estudios que demuestran la importante asociación entre la tecnología y el conocimiento como motores de la innovación. En los países en desarrollo han demostrado que es raro que ambas variables tengan un comportamiento similar. Uno de los dos impulsores tiene un mejor rendimiento e incluso específicamente la acción de la I+D empresarial (Eshtehardi et al., 2017).

En el estudio de la innovación, el cambio tecnológico, proveniente de las contribuciones de Solow (1957) y su inclusión en el modelo Griliches (1998), ha sido reconocido por su papel crucial en el crecimiento económico. En China (Zhang y Guo, 2019) encuentran que existe una relación positiva entre el gasto interno en I+D y la innovación en producción.

Un caso particular es el vínculo entre la innovación y la contratación de trabajadores en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) en los países en desarrollo. Khadan (2018) encontró en los países del Caribe que las empresas que enfrentan dificultades para encontrar trabajadores calificados son menos propensas a participar en cualquier tipo de innovación tecnológica o no tecnológica. Además, reconocen que las ventajas de la formación para la innovación son bajas.

Resultados similares fueron encontrados por Schaeffer et al. (2018), estudiando el papel de las universidades de Sao Paulo, Brasil en la generación de patentes y modelos de utilidad, producción de software y el fomento del emprendimiento intensivo en conocimientos. Se parte de la existencia de las universidades como fundamentales en la producción y difusión de conocimientos dadas las débiles competencias en este aspecto de las empresas locales. Lo que se ha demostrado, con la característica de que su impacto es de poca importancia, en el nivel local y con mayor fuerza a nivel de ciudad en las principales instituciones académicas, excepto las de excelencia en la investigación que logran mayores impactos, lo que para la periferia significa mantenerse al margen de estos beneficios.

Pogodaeva et al. (2015) demuestran que la presencia de universidades sólidas aumenta la influencia de los factores de la innovación en el desarrollo socioeconómico a través de instituciones que otorguen educación de alta calidad, que tengan niveles elevados de actividad de investigación y patentes registradas y que apoyen el uso y creación de puestos de trabajo de la manufactura avanzada. Las autoras advierten que son significativas casi todas siempre que la universidad siendo de alta calidad interactúe con los negocios creando e implantado innovaciones.

También se tienen en cuenta las condiciones que caracterizan a las zonas geográficas debido a la influencia que tienen en la heterogeneidad de la distribución de la innovación, tales como: contar con una calidad gubernamental que se ocupa de la prevención de la corrupción, el mantenimiento del Estado de derecho y la mejora de su eficiencia bienestar (Valdez-Lafarga y León-Balderrama, 2017), el grado de urbanización

(Eshtehardi et al., 2017) , un bajo bienestar (Ríos-Flores et al., 2019; Valdez-Lafarga y León-Balderrama, 2017) y la composición del aparato productivo (Expósito y Sanchis-Llopis, 2019; Morris, 2018).

En particular estudios basados en la aplicación de la función de producción de conocimiento revelan que tomando como variable dependiente a las patentes se encuentran asociaciones significativas y positivas con el gasto en I+D en pequeños países de sur y sureste de Asia (Lv et al., 2020), en Europa un análisis regional encuentra que el gasto en I+D privada influye positivamente en la creación de innovación, (Proença & Glórias, 2021), con respecto al conocimiento medido como el gasto anual en I+D de las universidades, el número de personal académico y el número de estudiantes de posgrado en Turquía el resultado es positivo y significativo con respecto a los estudiantes, y tomados en conjunto los académicos y el gasto en I+D resulta negativo e insignificante (Isik et al., 2020)

A nivel global, el tema de la desigualdad está ganando fuerza cada día, según informes del Foro Económico Mundial (WEF, 2018), hay una tendencia generalizada en el aumento de este fenómeno, siendo América Latina la segunda región más afectada por este problema. La desigualdad de México ha causado un círculo vicioso de pobreza y falta de crecimiento que ha ralentizado el uso del capital humano o la infraestructura que tiene el país, lo que ha provocado que la pobreza siga aumentando a pesar de la abundancia de recursos que tiene.

El crecimiento en México presenta condiciones socioeconómicas muy diferentes a nivel de los estados. En el período analizado en este documento de las 32 entidades de México, 15 presentaron una tasa de crecimiento anual promedio inferior al promedio nacional, en una de ellas el porcentaje fue cero. Por el contrario, el mejor rendimiento registró una tasa que duplicó la media.

El número de empresas en el país fue de más de 5,5 millones de unidades, de las cuales la quinta parte se ubica en dos estados. El 95,4% del total eran microempresas (con menos de cinco personas empleadas) (INEGI, 2019). Del total nacional, sólo 1,856 fueron clasificadas por su intensidad como de alta tecnología (OECD, 2011), de las cuales sólo un Estado tenía empresas de todas las subramas.

Esto se traduce en grupos de población que viven en condiciones de vida adversas similares a los países del África Subsahariana. En cambio, hay otras entidades en el país que pueden equivaler a los niveles de bienestar de países desarrollados como Suiza (SEMARNAT, 2019). En términos geográficos, esta realidad se refleja en una economía próspera en el norte y centro del país, a diferencia de una economía tradicional de baja productividad en el sur (CONEVAL, 2020).

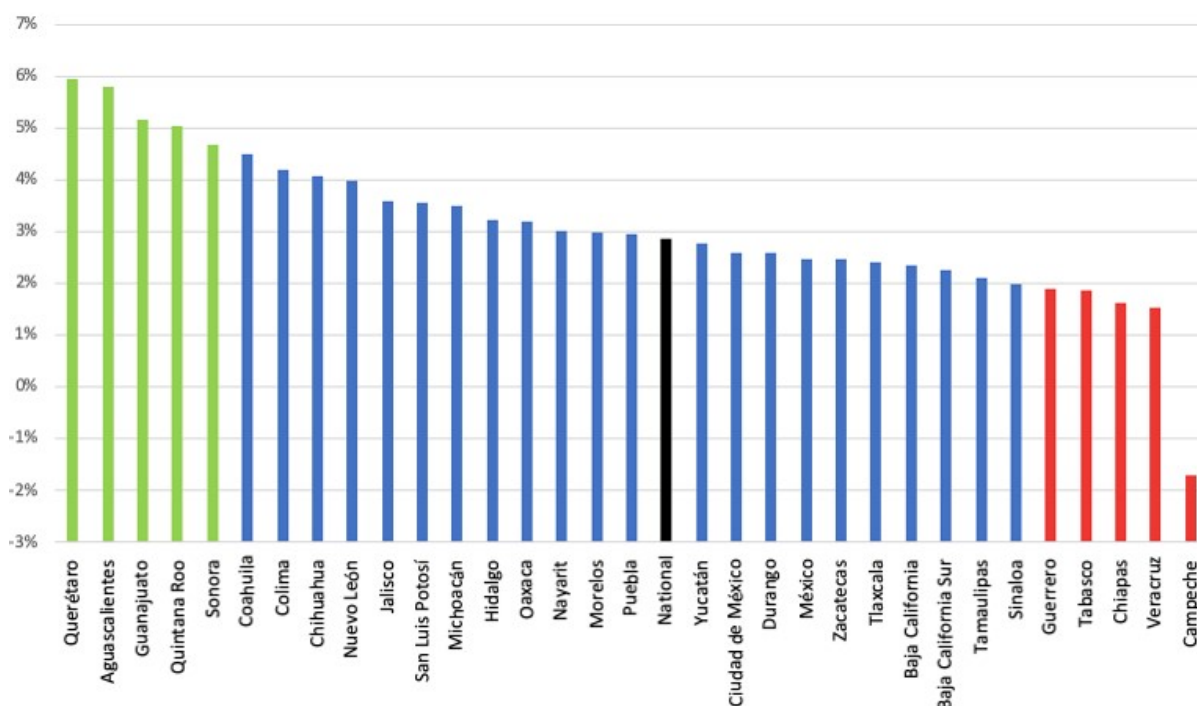
En el caso de México los estudios realizados sobre el impacto de la innovación solo utilizan los componentes de la función de producción de conocimiento de Griliches con la intención de identificar las diferencias y similitudes entre los estados de México sin establecer causalidad.

El enfoque preferido de los estudios basados en el enfoque del crecimiento endógeno se centra en el papel desempeñado por la cantidad y características de la producción de recursos humanos y condiciones ambientales (Pérez et al., 2017; Ríos-Flores et al., 2019; Ríos-Flores y Ocegueda, 2017). La introducción de variables que miden el gasto público y privado en I+D a nivel estatal es mínima, y no hay resultados positivos de los gastos de I+D para todos los estados excepto en el caso de la Ciudad de México (Martínez-Covarrubias et al., 2017). En investigaciones anteriores el efecto del gasto en innovación, que incluye tanto la I+D como las formas de capital humano, se ha determinado de forma constante que su cantidad es generalmente insuficiente (Ríos-Flores y Ocegueda, 2018). Por otra parte el factor capital humano, es el componente más incluido en los estudios, poniendo énfasis en las actividades de investigación, representadas por los centros de investigación y el número de investigadores residentes en los estados, los cuales en su mayoría son profesores en universidades o centros de investigación (Pérez et al., 2017;). En algunos trabajos, se incluyeron la matrícula de cursos de pregrado y postgrado específicamente la formación en CyT (Pérez et al., 2017). Finalmente, otro factor a tomar en cuenta es el medio ambiente, donde se considera: la eficiencia del gobierno, las condiciones de la estructura productiva, las condiciones socioeconómicas, la participación

tanto del sector público como del privado en la innovación y el PIB per cápita como indicador de bienestar (Pérez et al., 2017; Ríos-Flores y Ocegueda, 2018).

Por lo que esta investigación tiene como objetivo analizar la desigualdad de la innovación en México, a través del enfoque del crecimiento endógeno utilizando la función de producción de conocimiento. En dos bloques de cinco estados, el bloque A con la tasa de crecimiento económico más alta (Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Quintana Roo y Sonora) y el bloque B con menor desempeño (Campeche, Veracruz, Chiapas, Tabasco y Guerrero) ambos en el periodo 2010-2014 (INEGI, 2018) como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Tasa de Crecimiento Promedio en los Estados de México (2010-2014).



Fuente: Elaboración propia.
 Nota: Medida en porcentajes.

Esta aplicación resulta original frente a la mayoría de los estudios similares basados en el análisis factorial. La variable dependiente se tomó de los datos de las solicitudes de patente realizadas por residentes en el estado y como variables independientes cinco representativas de los componentes del avance tecnológico, el aprendizaje y el conocimiento y el entorno favorable para la innovación.

MÉTODO

El modelo propuesto incorpora variables explicativas asociadas a la teoría endógena y el modelo Griliches de la función de producción de conocimiento medida por las patentes como variable proxy.

De acuerdo con Arrow (1962) el papel impulsor del cambio tecnológico y la importancia de las inversiones en desarrollo tecnológico se mide por el gasto privado en I+D de las empresas ubicadas en cada estado, junto con los gastos de I+D proporcionados por los gobiernos de cada estado

Para el conocimiento, se toma en cuenta el capital humano con alta formación, que según Romer, (1990) permite a la investigación lograr descubrimientos más significativos. Se incluyen las variables de estudiantes

de pregrado y posgrado en el área STEM e investigadores del SNI del área de ciencia y tecnología residentes en el estado.

Además, se añade un tercer elemento aportado por Porter et al. (2000) sobre la existencia de un entorno que favorece las condiciones para el desarrollo de la innovación representadas por los años en que el gobierno local emitió la Ley Estatal de Ciencia y Tecnología.

En México, la gran mayoría de los estudios sobre los impulsores de la innovación regional se centran en la identificación y clasificación de un grupo de indicadores de innovación con el fin de analizar las diferencias en su composición y magnitud. Estos estudios toman los estados de México como referencia regional. Los resultados suelen coincidir con la mejor o peor situación económica de las entidades y difieren según los indicadores tomados en cuenta. Por lo que para determinar si las variables seleccionadas tienen el mismo impacto en los estados o regiones con el crecimiento más alto y otras con el más bajo se utilizó un enfoque cuantitativo con un alcance correlacional y una temporalidad longitudinal, utilizando dos bloques con cinco estados cada uno. El bloque A incluye los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Quintana Roo y Sonora con los resultados más altos en el crecimiento y el bloque B, los estados de Campeche, Veracruz, Chiapas, Tabasco y Guerrero con el menor desempeño registrado en el periodo de estudio 2010-2014 (INEGI, 2018).

Como tal, no hay información sobre innovación emitida por la misma institución en México, por lo tanto, no hay una serie actualizada de todas las variables para los diez estados. Los datos presentados corresponden a 5 organizaciones públicas que miden cada una de las variables seleccionadas.

Con el fin de medir el progreso tecnológico, el conocimiento y el medio ambiente, fueron localizadas las fuentes que tenían condiciones para proporcionar las variables operativas que se integrarían en los modelos. Las características seleccionadas fueron aportadas con una disponibilidad que abarcó el período 2010-2014, por organizaciones con conocimientos específicos de la variable seleccionada y, una metodología transparente en la construcción de la variable. Lo que, si bien presenta limitaciones debido a lo reducido de la información por la imposibilidad de contar con información reciente ante la ausencia de estas estadísticas, permitió construir un micropanel con 32 estados y un número pequeño de años de 5 con la característica de ser balanceado, ya que cada estado cuenta con el mismo número de observaciones en el tiempo. Por esta razón, las variables se identificaron de la siguiente manera.

Como variable dependiente, que mide la innovación se toma en cuenta:

Patentes. Las patentes son un indicador cuantitativo de la innovación que identifica el impacto del capital humano y los componentes de investigación y desarrollo, dada su capacidad para incorporar el valor económico de la investigación y desarrollo, y el conocimiento. En este caso, el número de patentes solicitadas por los residentes de la entidad federal.

En México, la información sobre patentes es realizada por el IMPI (2021) un organismo público descentralizado que organiza el sistema de propiedad industrial. El IMPI publica anualmente desde 1993 las estadísticas de patentes que abarcan, entre otros, los siguientes aspectos: nacionalidad del solicitante, país de origen y mexicanos por Estado. Esta última característica permitió tener información objetiva que reflejaba la creación de innovaciones producidas por los mexicanos y la ubicación de estas en cada entidad federativa de México.

Las variables independientes que se consideran impulsores de la innovación son:

Gasto privado en I+D. Inversiones en desarrollo tecnológico medidas por los gastos de I+D valoradas en miles de pesos corrientes realizadas por empresas ubicadas en el estado. La fuente es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017), el organismo responsable de la información pública en México a través de la Encuesta de Investigación y Tecnología. La encuesta incluye el período 2010-2014. El Instituto realizó encuestas en cinco ocasiones en el período 2006-2017 sobre investigación y desarrollo tecnológico, los datos sobre el gasto tecnológico privado en I+D estuvieron disponibles para el período 2011-2014.

Gasto público en I+D. Asimismo, se consideró el gasto en I+D realizado por el gobierno de la entidad federal valorado en miles de pesos corrientes, así como las mejoras en el nivel tecnológico obtenidos del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) para los datos sobre gastos en I+D de los estados (Sandoval et al., 2017). A nivel nacional, no existe información anual homogénea sobre el gasto en I+D en los estados de México por fuentes oficiales. Con el fin de contribuir al proyecto federal llamado "Armonización Contable", los investigadores del FCCyT llevaron a cabo un estudio en 2018 sobre la contabilidad de los gastos de las entidades federales en el área de Ciencia y Tecnología. Este estudio incluye datos anuales para el período 2010-2014 con una base metodológica coherente.

Número de estudiantes de postgrado. En este mismo grupo de variables relacionadas con el conocimiento está el número de estudiantes que se inscriben en posgrados en el área de la ciencia y tecnología en cada una de las cuatro áreas clasificadas como relacionadas con la ciencia y la tecnología: ingeniería y tecnología, ciencias de la salud, ciencias agrícolas, ciencias naturales y exactas por la entidad estatal. La fuente es la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, (ANUIES, 2020) en los períodos escolares 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2014-2015 y 2015-2016.

Número de miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). El tercer elemento que mide las contribuciones del conocimiento es el número de miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), también de las cuatro áreas ya mencionadas. La fuente de estos datos es directamente el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el organismo público responsable del funcionamiento de este programa. Los datos proceden de los informes anuales para el período 2010-2014.

Ley Estatal de Ciencia y Tecnología. Los años de validez de las Leyes Estatales de Ciencia y Tecnología miden el entorno favorable para la innovación. Su inclusión se debe a que el Congreso de cada entidad federativa los aprobó y originaron la creación de los Consejos Estatales de CyT con la participación de instituciones públicas, privadas, académicas y empresariales. Su propósito es promover actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología mediante la inclusión de los actores sociales más representativos de las entidades. La información se publica en la App CTIndicadores, en el apartado CTI Síntesis Estatales, creación de CONACYT.

La falta de información sistemática y fiable sobre los componentes de avance tecnológico y los conocimientos incorporados inicialmente en la función de producción de Griliches es una de las razones de la ausencia de estudios cuantitativos que miden el impacto que tienen estas importantes variables en la innovación, entendida como la generación de patentes.

Existe entonces la oportunidad de ampliar el conocimiento sobre lo que, en términos cuantitativos, puede esperarse de los efectos que las variables ampliamente consideradas por los estudiosos de la innovación tienen en el rendimiento de la innovación, aplicando la función de producción de conocimiento en su versión más general.

La posibilidad de abordar un estudio de esta naturaleza se encuentra en la aplicación del modelo econométrico datos de panel cuya esencia es permitir identificar el comportamiento de un conjunto de unidades que como en este caso son heterogéneas, esto a su vez se refleja en condiciones diversas del estado de la ciencia y la tecnología en cada estado de la república. En tanto que en los Consejos Estatales de CyT se percibe la brecha de desarrollo norte sur del país, lo que provoca que dependiendo del interés gubernamental local y de los problemas locales emergentes existan ausencias periódicas estatales en el impulso de la CyT, siendo la única constante la inversión en capital humano, derivada del CONACYT.

Frente a esta situación resaltan dos contribuciones significativas primero el esfuerzo realizado por el FCCyT, A.C. que por primera vez; construyó series estadísticas sobre la cantidad de gasto público estatal con una metodología uniforme y transparente para cada uno de los estados. En segundo lugar, la disponibilidad de datos sobre el gasto en I+D realizados por empresas en México en dos encuestas de Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) realizadas por el INEGI (2017) que proporcionaron un desglose por estado del gasto en I+D.

En términos metodológicos, el uso de datos del panel permite aprovechar las características que dominan su uso. La posibilidad de tener un número más significativo de observaciones, poder incluir estados en una serie de cinco años que aumenta los grados de libertad y reduce la colinealidad entre las variables explicativas, lo que permite una mejor eficiencia de las estimaciones.

Una de sus apreciadas contribuciones es la captura de una heterogeneidad inobservable que, en este caso, es favorable en la construcción del micropanel que permite un comparativo entre los estados a pesar de la intervención de elementos de decisión de políticas públicas que afectan la dinámica del gasto público en I+D. Mientras que dadas las condiciones diferenciales de avance económico de los dos bloques objeto de estudio, se toman en cuenta los comportamientos diferenciales de la inversión privada en I+D. Todo lo anterior permite que los comportamientos relativamente complejos de los impulsores de la innovación sean elaborados y probados a través de este modelo en comparación con series de tiempo y análisis de sección transversal.

Las desventajas asociadas con la técnica de datos del panel están relacionadas en México con la obtención y procesamiento de información estadística sobre los estados, que es sin duda la dificultad más importante para obtener una cobertura más amplia a lo largo del tiempo y en todos los estados de la República.

El modelo econométrico fue diseñado utilizando el enfoque de efectos aleatorios involucrando, como en este caso, un grupo de unidades tomadas aleatoriamente de un universo más grande, las diferencias individuales que se atrapan en la interceptación se consideran aleatorias, las diferencias están en un término de error de dos elementos: ε_i el error de sección transversal o error específico del individuo, y u_{it} el error entre individuos, (Peerez-Lopez, 2011) como se presenta a continuación:

$$I_{it} = \alpha_i + \beta_n X_{it} + u_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Dónde:

I_{it} es la variable dependiente innovación; en este caso, el número de patentes solicitadas.

i es la unidad de estudio; en este caso, cada Estado de la República, $i=1, \dots, 32$

t es el período; en este caso, entre 2010 - 2014, $t = 1, \dots, 5$

α_i es un vector de interceptaciones en este caso de los cinco parámetros

β_n es un vector de cinco parámetros, en este caso, un parámetro de cada una de las cinco variables explicativas: Gasto privado de I+D, Gasto público en I+D, Número de estudiantes de postgrado, Número de miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Ley Estatal de Ciencia y Tecnología.

X_{it} es la observación en el momento t de las seis variables explicativas, en este caso, cada observación en cada uno de los cinco estados en cada uno de los cinco años.

u_{it} es el término de error que representa los efectos no observables diferentes de las unidades de estudio.

Además, ε_{it} es el componente de error de sección transversal o error específico de la unidad de estudio.

El modelo de regresión agrupada (OLS agrupado) también se tiene en cuenta, expresado de la siguiente manera

$$I_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it}$$

Para determinar cuál de los dos era el más apropiado en caso de que se tuviera un valor de 0. Los modelos presentados fueron desarrollados utilizando el software STATA 12.0.

Como se mencionó anteriormente, esta propuesta pretende cuantificar el impacto que los impulsores de la innovación tienen en dos bloques de estados en México, con el fin de explorar el comportamiento diferencial que se podría esperar. Por esta razón, el modelo presentado se basa en la propuesta de Griliches de la función de producción de conocimiento. Operacionalizado con patentes como variable de representación para la innovación, que en diversos estudios de naciones y regiones ha demostrado su capacidad para medir el impacto que ciertas variables tienen en la innovación. El conjunto de variables seleccionadas como impulsores están relacionados con las principales ideas que asocian la innovación con el impulso que el gasto en I+D

fomenta la innovación, así como en la capacidad de generar conocimientos nuevos y más sofisticados. Por último, añadiendo el número de años en los que el gobierno local aplicó la Ley Estatal de Ciencia y Tecnología, como un punto de referencia del medio ambiente propicio para la innovación.

Se plantea como hipótesis que la innovación depende de la inversión en investigación y desarrollo, del capital humano y el contexto.

RESULTADOS

Se verificó la no existencia de multicolinealidad con el fin de identificar que las variables de retorno no presentaran una alta correlación entre ellas, lo que permite una mayor eficiencia. Los resultados que arroja la prueba de inflación de varianza de los valores del "bloque A" fluctúan entre 4.61 y 1.09 con un promedio de 2.99 (ver tabla 1), casi iguales a los del "bloque B" de 4.62 a 1.27 con un promedio de 2.67 (ver tabla 2). Estos resultados verifican la inexistencia de multicolinealidad, y los cinco estimadores son apropiados para el modelo.

Los resultados de las estimaciones para los dos bloques de estados se presentan a continuación. Entre los procedimientos utilizados de inicio se empleó una regresión OLS agrupada (POLSR) con el fin de observar la posible existencia de ventajas para muestras pequeñas, como son los dos casos aquí planteados, dada su simplicidad. El segundo modelo se estimó a partir de efectos aleatorios (RE) que, como ya se ha mencionado, es preferible para las muestras. Este estudio toma en cuenta diez entidades federativas dada la evidencia existente y bajo un criterio de conveniencia guiado por el interés de la investigación.

Además, con la aplicación de la prueba Wald modificada, la existencia de heteroscedasticidad se verificó en el modelo general aplicado a los bloques A y B. La alternativa para ajustar el modelo para eliminar las ineficiencias que derivarían de esto era el método de Errores Estándar Corregido para Panel. Esta opción proporcionaba una mayor eficacia para erradicar la heteroscedasticidad y verificar la inexistencia de autocorrelación.

La investigación trata de identificar cómo los resultados permiten medir la fuerza del impacto de las variables, su desempeño diverso según el grupo de estudio, y las causas que originan fallas en el rendimiento esperado de algunas de ellas que parecen ir en la dirección opuesta a la esperada.

Los resultados deben tener en cuenta que México es un país extraordinariamente heterogéneo en múltiples aspectos, en las características económicas, sociales y culturales de su población, la diversidad de tamaños y niveles de tecnología que presentan las empresas, y las oportunidades de acceso a la educación entre las relevantes para el estudio.

Otra condición de los resultados a explicar es el uso de variables nominales sin tratamiento, que reflejan diferentes comportamientos en el modelo. Deseable en el sentido de observar de cerca su comportamiento, aunque menos estadísticamente valioso.

Los resultados en los tres modelos generales denominados Modelo de regresión OLS agrupada (POLSR), Modelo de efectos aleatorios (RE) y Errores estándar corregidos para panel (PCSE) para los dos bloques de estados, incluían todas las variables mencionadas anteriormente. Mientras que para los modelos específicos (PCSE), era necesario hacer una distinción por bloque. En el bloque de mejores desempeños (bloque A), se incorporó el factor de condiciones ambientales, lo que permite establecer el comportamiento de los impulsores de la innovación, el progreso tecnológico específico y el conocimiento. En el caso de menores desempeño (bloque B), las condiciones ambientales se eliminaron por no presentar relevancia en los resultados se incluyeran o no.

Es esencial mencionar que, en ambos bloques, los valores de sus coeficientes son bajos. Lo que refuerza la idea inicial de falta de interés en varios actores regionales de la sociedad mexicana para el estímulo de la innovación, y la deficiencia existente en la disponibilidad de información variada y oportuna de los promotores de la innovación.

Los resultados obtenidos del bloque A se presentan en la Tabla 1, como se ha mencionado, se caracterizan por coeficientes muy pequeños en todas las variables y significancia en sólo dos de ellas.

Tabla 1. Resultado de las Estimaciones para los Estados del Bloque A.

Variables	Modelo POLSR pool OLS	Modelo de efectos aleatorios RE	Modelo PCSE	Progreso tecnológico y medio ambiente PCSE	Conocimiento y medio ambiente PCSE
Gastos privados en I+D	.0000014 2	.0000014 2	.0000014 2	.0000262	
	<i>0.733</i>	<i>0.729</i>	<i>0.747</i>	<i>0.000^d</i>	
Gastos en I+D del estado	- .0001313	-.0001313	-.0001313	-.0000129	
	<i>0.004^a</i>	<i>0.001^b</i>	<i>0.002^c</i>	<i>0.883</i>	
Inscripción de posgrado en C y T del estado	- .0056157	-.0056157	-.0056157		-.0024591
	0.141	0.124	0.099		0.616
Investigadores del SNI en C y T	.1127004	.1127004	.1127004		.0954233
	<i>0.000^a</i>	<i>0.000^b</i>	<i>0.000^c</i>		<i>0.000^a</i>
Ley Estatal C y T	-.435186	-.435186	-.435186	3.561872	-1.028629
	0.607	0.601	0.589	0.557	0.074
Constante	2.172138	2.172138	2.172138	-4.768878	2.439119
	0.675	0.670	0.639	0.557	0.520
Promedio de VIF	2.99				
Breush Pagan Lagrange	0				
chi2		0.0000	0.0000	0.0003	0.0000
R2	0.9072		0.9072	0.4390	0.8536
R dentro de		0.5286			
R entre		0.9880			
R En general		0.9072			

Fuente: Elaboración propia.

Nota: a variable con significancia en el modelo POLSR

^b variables con significancia en el Modelo de Efectos aleatorios (RE)

^c variables con significancia en el Modelo PCSE

^d variables con significancia en el Modelo Progreso tecnológico y medio ambiente PCSE

^e variables con significancia en el Modelo Conocimiento y medio ambiente PCSE

Los resultados de los estados de bloque B, los cuales tienen el menor nivel de crecimiento económico se presenta en la Tabla 2, el registro de coeficientes muy pequeños muestra la incapacidad para que el estímulo de cualquiera de los determinantes de la innovación sea suficiente para dar un impulso significativo a la creación de patentes.

Tabla 2. Resultado de las Estimaciones para los Estados del Bloque B.

VARIABLES	Modelo POLSR pool OLS	Modelo de efectos aleatorios RE	Modelo PCSE	Progreso tecnológico y medio ambiente PCSE	Conocimiento y medio ambiente PCSE
Gastos privados en I+D	-0.0000582	-0.0000582	-0.0000582	.0000269	
	<i>0.610</i>	<i>0.604</i>	<i>0.610</i>	<i>0.001^d</i>	
Gastos en I+D del estado	.0000215	.0000215	.0000215	0.00000819	
	<i>0.402</i>	<i>0.391</i>	<i>0.267</i>	<i>0.766</i>	
Inscripción de posgrado en Cy T del estado	.001161	.001161	.001161		.0019673
	<i>0.721</i>	<i>0.717</i>	<i>0.561</i>		<i>0.261</i>
Investigadores del SNI en Cy T	.0318566	.0318566	.0318566		.0248373
	<i>0.046^a</i>	<i>0.033^b</i>	<i>0.001^c</i>		<i>0.006^e</i>
Ley Estatal Cy T	.16091	.16091	.16091		
	<i>0.642</i>	<i>0.637</i>	<i>0.501</i>		
Constante	-7431241	-7431241	-7431241	4.440743	.9801683
	<i>0.757</i>	<i>0.753</i>	<i>0.625</i>	<i>0.000</i>	<i>0.385</i>
Promedio de VIF	2.57				
Breush Pagan Lagrange	0				
chi2		0.0000	0.0000	0.0004	0.0000
R2	0.7070		0.7070	0.5195	0.6839
R dentro de		0.0020			
R entre		0.9883			
R En general		0.7070			

Fuente: Elaboración propia.

Nota: a variable con significancia en el modelo POLSR

^b variables con significancia en el Modelo de efectos aleatorios (RE)

^c variables con significancia en el Modelo PCSE

^d variables con significancia en el Modelo Progreso tecnológico y medio ambiente PCSE

^e variables con significancia en el Modelo Conocimiento y medio ambiente PCSE

Sin embargo, al observar los tres modelos generales bajo los métodos econométricos utilizados, el grado de ajuste es alto (0.9072), comportamiento que se repite en el bloque de estados con el nivel más bajo de crecimiento económico.

Los resultados obtenidos sobre el progreso tecnológico son contradictorios, en relación con lo teóricamente esperado, el efecto del gasto público en I+D tiene un impacto pequeño y negativo (-0.0001313)

pero significativo (0.004 - 0.001) signo que se repite en el modelo especial (modelo 4o) sin significación; el gasto privado es positivo, pero sin importancia. En el modelo específico, el mejor resultado sólo se encuentra en el gasto privado en I+D que es significativo (0.000) con un pequeño impacto (0.0000262), y el ajuste del modelo es menor (0.4390).

El efecto de los recursos humanos medido por los investigadores del SNI es el más relevante de los determinantes de la innovación al presentar el impacto más significativo, 0.1127004, y una gran importancia (0.000), en los modelos generales. Un resultado similar se encuentra en el modelo específico (5o modelo) con una alta importancia (0.000), un impacto de 0.0954233, y un ajuste alto (0.8536). La inscripción de graduados en CyT tiene signos negativos y no es significativa en ninguno de los cinco modelos.

Los resultados del medio ambiente medidos por la permanencia en el tiempo de la Ley CyT del Estado no presentan resultados positivos en los modelos al registrar signos negativos y carecen de importancia. Sólo en el modelo específico de avance tecnológico es el coeficiente positivo, pero no significativo.

En los modelos generales de este bloque, el valor de ajuste es menor (0.7070) que el bloque A, y el resultado es teóricamente contradictorio en el gasto privado en I+D y el gasto público en I+D. Sin embargo, es positivo, pero no significativo. En el modelo específico, su mejor resultado es en el gasto privado en I+D que tiene valores positivos, con un impacto más significativo (0.0000269) y una alta importancia (0.001) y un valor de ajuste de 0.5195.

Los resultados en los modelos generales presentan a los investigadores del SNI como un mejor indicador, su impacto es menor que el del bloque A, y los valores de significancia están cerca del límite en los dos primeros modelos y altos en el modelo PCSE. En el modelo específico (modelo 5), este indicador es el más significativo (0,06) con menos impacto que el bloque A (0,0248373). La inscripción de posgrado en coeficientes CyT presenta signos positivos sin ser significativo.

ANÁLISIS

La descripción de los resultados del modelo muestra un comportamiento diferenciado que refleja poca importancia por parte de los actores de la innovación local. Se percibe que la única organización interesada en este tema a nivel local parece ser CONACYT, un organismo público dedicado a promover y estimular el desarrollo de la ciencia y la tecnología en México.

En ambos bloques de Estados, con excelente desempeño económico o no, la única variable que refleja teórica y estadísticamente un impulso a la creación de patentes es el número de miembros del SNI. Estos son los científicos que, por sus productos que promueven el conocimiento, son reconocidos en el área de la ciencia y la tecnología que abarca las áreas STEM. La institución federal que opera este programa tiene la responsabilidad de servir a todos los estados de la nación, por lo que el resultado puede ser interpretado como un resultado eficiente de políticas que dirigen los recursos de manera diferente de acuerdo con las necesidades de los estados. Esta suposición está confirmada por el tamaño de las betas que en los dos modelos tienen el valor más alto, aun cuando en términos generales es pequeño, característica que se encuentra en todas las betas.

Este comportamiento se presenta de nuevo en el modelo que mide solo el efecto del impulsor de conocimiento. En ambos bloques de estados, es la única variable que presenta un signo positivo y significancia. Cabe señalar que en el bloque A de estados con el mejor rendimiento económico la beta es más de tres veces mayor que la del bloque B.

En el caso del modelo particular que sólo mide el progreso tecnológico, la única variable compartida por los dos bloques que favorece la creación de innovación es el gasto privado en I+D.

La disminución de valor del ajuste en los dos modelos es plausible para atribuir en ambos casos la ausencia de variables principales. En esencia, se confirmó que el avance tecnológico y el conocimiento en su conjunto son los que impulsan la innovación, acorde con la teoría.

En el bloque A, donde cinco estados reportaron los mayores crecimientos porcentuales anuales en su PIB estatal en el período 2010-2014, los resultados reflejan una aparente dispersión de esfuerzos entre los sectores involucrados en la configuración de los resultados de las variables.

Las características de las cuatro variables restantes no presentan un patrón de comportamiento uniforme. Teóricamente, tres de ellos son contrarios a las expectativas a la hora de presentar un signo negativo (Gasto en I+D público, Inscripción de Posgrado y la Ley estatal de I+D), el gasto en I+D de las empresas presenta un signo positivo, pero no es significativo. De los indicados al principio, dos tampoco son significativos (Inscripción de Graduados y la Ley CyT estatal). El caso del Gasto Público en I+D, que no coincide con la teoría, pero es significativo resulta el más contradictorio.

Los resultados del bloque B, que concentra los estados económicamente menos favorecidos de México, muestran un comportamiento muy diferente. Es posible identificar un patrón constante que podríamos nombrar como "falso positivo", en tres de las variables estudiadas: Gasto en I+D pública, Inscripción de Posgrado, y la Ley estatal de CyT. Como ya se ha mencionado, todos ellos son responsabilidad de la autoridad local. Los resultados son teóricamente compatibles con la propuesta de crecimiento endógeno; las tres variables presentan un signo positivo, lo que implica que sus betas contribuyen al impulso de la creación de patentes. Sin embargo, ninguno es estadísticamente significativo, por lo que anuló su contribución al resultado del modelo.

Se infiere que, en las regiones con atraso, las cantidades económicas a favor de la CyT o los esfuerzos por elevar los niveles de formación de la población local están bloqueados por recursos insuficientes. En cierta medida, esto se aplica al posible comportamiento de las empresas que gastan en CyT, debido al entorno adverso del mercado que afecta a la capacidad de generar innovación, que estaría comprometida por la insuficiencia de un mercado amplio que absorbiera el costo de la innovación.

El progreso tecnológico en sus dos componentes público y privado no se relaciona con ambos bloques. En el bloque A, el gasto del sector público es positivo, pero no significativo, y el gasto privado es significativo pero negativo. En el bloque B, el gasto privado es negativo, y el gasto público es positivo, pero ambos no son significativos.

A la luz del modelo de producción de conocimientos, la ineficiencia se observa en la aplicación de los recursos. En tanto que, sobre la base de la propuesta del centro periferia, hay dos argumentos para tomar en cuenta. El primero señalaría que, dada la mínima existencia de industrias de alta tecnología y la ubicación de las pocas existentes en un solo estado, no hay razón para la inversión privada en I+D; si la gran masa de pequeñas empresas está produciendo bienes y servicios tradicionales en la mayoría de los estados. La segunda es que un sector industrial sin un impulso en la producción de alta tecnología puede resultar favorable para las importaciones de tecnología, lo que no necesariamente da lugar al camino para impulsar la innovación nacional.

Los estudios que reportaron comportamiento de capital humano en países en desarrollo, en México coinciden con los resultados obtenidos en la parte esencial de la participación de investigadores (Pérez et al., 2017; Ríos-Flores y Ocegueda, 2017). En cuanto a la incertidumbre del comportamiento de los graduados universitarios (Khadan, 2018; Pogodaeva et al., 2015; Schaeffer et al., 2018) según Fajnzylber, (1990) una de las graves distorsiones en las economías es la existencia de una "competencia espuria". En México, esta política mantuvo los salarios bajos durante años en busca de mejores posiciones en el mercado internacional. Por otro lado, según Antonelli y Feder (2019), a veces la introducción de tecnologías importadas crea un desplazamiento en la fuerza de trabajo, rompiendo con las formas culturales más arraigadas en las comunidades. En este caso, será necesario introducir patrones diferenciales de formación, incluidos los postgraduados.

El supuesto que la medición del medio ambiente favorable a la innovación, con la creación de la Ley Estatal de Ciencia y Tecnología, reflejaba la consolidación de los lazos entre los actores pertinentes para el desarrollo adecuado de la innovación local, no fue eficiente.

Esta investigación hace hincapié en la existencia de desigualdad en el crecimiento regional de México afectado por su heterogeneidad e incorporando la importancia de la innovación en la solución de estos problemas, basado en un modelo de función de producción de conocimiento compuesto por variables esenciales y específicas, sustentadas en la propuesta teórica de crecimiento endógeno. La obtención de fuentes cuantitativas de información de alta calidad en los países en desarrollo implica una tarea con resultados que no siempre son los esperados. Los resultados obtenidos nos permiten aportar conocimiento sobre cómo se promovió la innovación en los extremos regionales de México.

El mejor resultado del impacto positivo del progreso tecnológico en todos los modelos y la gran importancia en el modelo específico de gasto privado en I+D se puede observar en ambos bloques. La asociación existente entre investigadores del SNI y la creación de patentes en todos los modelos registraron mayor impacto, alta importancia y el mejor ajuste en el modelo específico, lo que convierte a los recursos humanos en el mejor determinante de la innovación en el bloque A. En contraste, la única variable de impacto e importancia en los estados del bloque B es el conocimiento medido por los investigadores del SNI.

La variable que más influye en la promoción de la innovación en ambos bloques es el número de miembros del SNI del área de CyT de cada región. Lo que verifica que los esfuerzos realizados en el ámbito nacional y regional que se adopten para promover la formación de investigadores en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas son esenciales para el crecimiento de la innovación regional que busca promover la creación de nuevos productos, servicios o procesos.

En todas las demás variables los estudiantes de posgrado en ciencia y tecnología, el gasto estatal público en I+D, la ley estatal de CyT no se ha observado en ninguno de los bloques la importancia que deberían reportar.

En el caso de la matrícula de postgrado es la base de la que surgen los investigadores que han demostrado impulsar la innovación. Sería necesario lograr un acercamiento de las instituciones de educación superior y apoyar la innovación en un gran número de empresas que se encuentran en los sectores de la tecnología baja y deficiente, en la gran mayoría pequeñas empresas (más del 90% del aparato productivo) que carecen de condiciones indispensables para integrarse en el mundo de la innovación. Las pequeñas empresas no cuentan con los recursos necesarios para incorporar I+D en su estructura y, por lo tanto, no contribuyen al avance de la innovación regional, que termina en una relación inadecuada entre la inversión en I+D y el capital humano regional.

En este sentido, el potencial de la educación superior en CyT sería una pérdida significativa de recursos de alta formación. Siendo más crítico el vinculado al aparato productivo con empresas que requieren gasto público en I+D con diferentes enfoques. Considerando lo que una empresa de alta tecnología requiere y necesita, sin imponer lo mismo a la vasta masa de pequeñas empresas, que dan el más alto nivel de empleo en México caracterizado por procesos de producción tradicionales. En mayor medida, es necesario que a nivel de los gobiernos estatales definan una verdadera intención de promover la innovación, ya que las cantidades reducidas de gasto estatal (sin incluir tipo alguno de apoyo federal) son materialmente inexistentes como instrumentos para apoyar la creación de innovación, dirigida principalmente a la educación superior en la actualidad.

DISCUSIÓN

Este trabajo parte de la propuesta endógena del crecimiento (Arrow, 1962) que asigna un papel fundamental al avance tecnológico y al capital humano de alta especialidad, al emplear el modelo econométrico de datos de panel con fundamento en la función de producción de conocimiento desarrollada por Griliches (1998), se identifica el impacto que estas dos categorías ejercen sobre la innovación medida por patentes en diez entidades federativas de México.

El resultado valida que el conocimiento medido a través del número de investigadores del área de ciencia y tecnología miembros de SNI tiene una relación positiva y significativa en el impulso a la innovación, medida

a través de la solicitud de patentes, en el modelo de datos de panel integrado junto con avance tecnológico y entorno favorable en los dos bloques analizados. En el modelo específico del conocimiento se confirma a estos investigadores como impulsores positivos y significativos de la innovación. Efecto similar al mencionado para países en desarrollo al contar con capital humano de alta calificación (Khadan, 2018) así como por la existencia de mejores resultados en el impulso de la innovación cuando la zona cuenta con universidades de calidad reconocida frente a universidades de ámbito local (Pogodaeva et al., 2015; Schaeffer et al., 2018) lo cual es observado en este caso por el triple valor de las betas del modelo del bloque A sobre el B.

En el avance tecnológico los resultados presentan la misma condición, solo una de las variables resulta positiva y significativa, el gasto en I+D privado, con la limitante que solo lo es en el modelo específico, lo que es consistente con los resultados de otras investigaciones en donde se ha constatado la acción positiva del sector privado en Turquía y en China (Samandar et al., 2017; Zhang & Guo, 2019) en zonas con condiciones económicas de menor nivel, con un impacto reducido en el estímulo de la innovación.

El desempeño conjunto de las dos variables, donde una es dominante es asimismo la corroboración de una característica de países en desarrollo (Samandar et al., 2017), en el caso de México son los investigadores la variable que presenta un impulso mayor.

Los resultados implican un débil impulso a la innovación de los determinantes que siendo positivos y significativos no presentan valores que logren avances importantes en la innovación. Además, la ausencia de diferencias significativas en estos resultados, entre los estados con las mejores y las menores tasas de crecimiento económico, es un indicador de la existencia de un atraso del conjunto de entidades, que los ubica en una definición de periferia de innovación como lo postula el estructuralismo latinoamericano con implicaciones adversas en el desarrollo futuro, basado en avances y conocimientos que pueden ampliar la brecha frente a otras latitudes innovadoras (Bárcena & Torres, 2019; Cimoli et al., 2019). De mayor relevancia si se considera que se está frente a los estados que observaron el más dinámico crecimiento del periodo, preocupando el estado en que se encontrarán los restantes 22.

En los resultados esperados, existía la posibilidad de encontrar una clara distinción entre los estados con el menor crecimiento económico y los que tenían el mayor crecimiento, siguiendo la línea de crecimiento endógeno bajo la función de producción de conocimiento. Sin embargo, este no fue el caso. En ambos bloques, el resultado apunta a una situación de atraso tecnológico y a la incapacidad para generar innovación.

De la hipótesis planteada que la innovación depende de la inversión en investigación y desarrollo, del capital humano y del contexto, después del análisis del modelo de datos de panel, no se puede concluir que estas tres variables realmente sean impulsores de la innovación en los dos bloques de entidades estudiadas, ya que las variables inversión en investigación y desarrollo y contexto no son significativas, la única variable que es significativa es el capital humano. Por lo que la desigualdad de la innovación en los estados con el mayor o menor crecimiento económico, se debe a un mayor o menor capital humano, no pudiendo concluirse que esto se deba a la inversión en investigación y desarrollo o al contexto.

Es posible afirmar que la política pública de estos Estados no se ha centrado de manera integral en el problema de la innovación. En el caso de las variables de inscripción de posgrado y la Ley de CyT del Estado, ambos observan el abandono a pesar de responder a acciones que son responsabilidad de la entidad federativa. Por parte de las empresas, el comportamiento aparente es de participación, pero de muy pequeño tamaño sin efecto en el impulso de la innovación.

Los resultados provienen de las acciones y decisiones del sector representado por los gobiernos estatales que toma decisiones sobre la cantidad y calidad de los recursos asignados al gasto en I+D y promueve la mejora de las condiciones en las que se integran los diferentes grupos de la sociedad local, incluidos los interesados en promover la innovación. En tanto el gobierno federal establece proyectos de alcance nacional para apoyar el bienestar de la población de la nación impulsando la creación de grupos de investigadores del área de CyT. Los resultados que emanan de los modelos, aunque cuantitativos, reflejan condiciones que son importantes

para iluminar los impactos que los impulsores de la innovación tienen en la creación de conocimientos y el avance tecnológico representados por la creación de patentes.

Cabe señalar que estos resultados son parte de un hecho que también requiere profundizar en su conocimiento para identificar tratamientos innovadores. La existencia de una brecha tecnológica que parece proviene de la mayor intensidad en el avance tecnológico incorporado en los activos del centro que presiona negativamente las capacidades de la periferia para lograr el desarrollo de la innovación. Lo que implica necesariamente en este sentido para México la necesidad de un cambio estructural.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Emma Frida Galicia-Haro y Francisco Gutiérrez-Galicia contribuyeron al análisis y recopilación de datos y Ana Lilia Coria-Páez contribuyó a la metodología y a la revisión de la literatura. Todos los autores contribuyeron a la escritura y edición del artículo y a la conceptualización del Modelo.

REFERENCIAS

- Antonelli, C., & Feder, C. (2019). Total factor productivity, catch-up and technological congruence in Italy, 1861–2010. *Journal of Evolutionary Economics*, 30, 1171–1194 <https://doi.org/10.1007/s00191-019-00657-4>
- ANUIES. (2020). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior*, <http://www.anui.es/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Arrow, K. J. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In U.-N. Bureau (Ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (pp. 609–626). Princeton University Press.
- Bárcena, A., & Torres, M. (2019). *Del estructuralismo al neoestructuralismo: la travesía intelectual de Osvaldo Sunkel* (A. Bárcena & M. Torres (eds.); LC/PUB.201, p. 340). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Cimoli, M., Pereima, J. B., & Porcile, G. (2019). A technology gap interpretation of growth paths in Asia and Latin America. *Research Policy*, 48(1), 125–136. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.002>
- CONEVAL. (2020). *Medición de pobreza 2016-2020*. Medición de La Pobreza. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2020.aspx
- Dávila-Fernández, M. J., & Sordi, S. (2019). Distributive cycles and endogenous technical change in a BoPC growth model. *Economic Modelling*, 77(September 2018), 216–233. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.09.002>
- Eshtehardi, M., Bagheri, S., DiMini, A. (2017). Technological Forecasting & Social Change Regional innovative behavior#: Evidence from Iran. *Technological Forecasting & Social Change*, 122, 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.02.011>
- Expósito, A., & Sanchis-Llopis, J. A. (2019). The relationship between types of innovation and SMEs' performance: a multi-dimensional empirical assessment. *Eurasian Business Review*, 9(2), 115–135. <https://doi.org/10.1007/s40821-018-00116-3>
- Fajnzylber, F. (1990). Industrialización en América Latina: de la "caja negra" al "casillero vacío". *Cuadernos de La CEPAL*, 60, (pp 192). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27955>
- Griliches, Z. (1998). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. *Journal of Economic Literature*, 28 (4), 1661–1707. <http://www.jstore.org/stable/2727442>
- IMCO. (2016). *Índice de competitividad estatal 2016: Un puente entre dos Méxicos*. https://api.imco.org.mx/release/lat/est/vendor/imco/indices-api/documentos/Competitividad/%C3%8Dndice%20de%20Competitividad%20Estatal/2016-11-29_0900%20Un%20puente%20entre%20dos%20M%C3%A9xicos/Documentos%20de%20resultados/ICE%202016%20Libro%20completo.pdf
- IMPI. (2021). *IMPI en Cifras*. <https://www.gob.mx/impi/documentos/instituto-mexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-impi-en-cifras?idiom=es>

- INEGI. (2017). *Encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico y módulo sobre actividades de biotecnología y nanotecnología*. <https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2014/>
- INEGI. (2018). *Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal*. PIB y Cuentas Nacionales. <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=15&vr=11&cin=2&tp=20&cwr=1&cno=2>
- INEGI. (2019). *Micro, pequeña, mediana y gran empresa: Estratificación de los establecimientos Censos Económicos 2019*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198657.pdf
- Isik, S., Sezgin, A., Baycul, A., Unutulmaz, S., & Dulupcu, M. (2020). The key actors of knowledge production function in Turkey: The role of universities as a knowledge producer. *Vizyoner Dergisi*, 11(27), 503–513. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.672133>
- Jones, C. I. (2021). The Past and Future of Economic Growth: A Semi-Endogenous Perspective. (National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper 29126) <https://doi.org/10.3386/w29126>
- Khadan, J. (2018). Estimating the Effects of Human Capital Constraints on Innovation in the Caribbean. *Economies*, 6(2), 33. <https://doi.org/10.3390/economies6020033>
- Klenow, Peter J. & Huiyu, L. (2020). Innovative Growth Accounting. In E. Eichenbaum, Martin & Hurst (Ed.), *NBER Macroeconomics Annual 2020*, 245–295. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.1086/712325>
- Kogut, C. S., Fonseca, L. N. M. da, & Silva, J. F. da. (2021). Entrepreneurial environment attractiveness: a cross-country longitudinal cluster analysis. *Competitiveness Review*. <https://doi.org/10.1108/CR-06-2020-0081>
- Lv, L., Yin, Y., & Wang, Y. (2020). The Impact of R&D Input on Technological Innovation: Evidence from South Asian and Southeast Asian Countries. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2020, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2020/6408654>
- Martinez-Covarrubias, J. L., Lenihan, H., & Hart, M. (2017). Public support for business innovation in Mexico: a cross-sectional analysis. *Regional Studies*, 51(12), 1786–1800. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1245414>
- Morris, D. M. (2018). Innovation and productivity among heterogeneous firms. *Research Policy*, 47(10), 1918–1932. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.07.003>
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- Niembro, A. (2017). Hacia una primera tipología de los sistemas regionales de innovación en Argentina. *Investigaciones Regionales*, 38, 117–149. <https://www.redalyc.org/journal/289/28966592006/html/>
- Nishi, H. (2019). Balance-of-payments-constrained cyclical growth with distributive class conflicts and productivity dynamics. *Metroeconomica*, 70(4), 620–640. <https://doi.org/10.1111/meca.12244>
- OCDE. (2019). *Estudios Económicos de la OCDE, México*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/fde7bbbe-es>
- OECD. (2011). *ISIC REV. 3 TECHNOLOGY INTENSITY DEFINITION Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities High-technology industries Medium-high-technology industries*. <https://doi.org/10.1787/134337307632>
- OECD. (2017). *Estudios Económicos de la OECD México*. <https://www.oecd.org/economy/surveys/mexico-2017-OECD-Estudios-economicos-de-la-ocde-vision-general.pdf>
- OECD, & Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018 GUIDELINES FOR COLLECTING, REPORTING AND USING DATA ON INNOVATION 4TH EDITION*. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Pe#rez-Lo#pez, C. (2011). *Econometria avanzada#: técnicas y herramientas* (1a ed.). Ibergarceta Publicaciones, S.L.
- Pérez, C., Gómez, D., & Lara, G. (2017). Evolución de la capacidad tecnológica en México. Aplicación del análisis estadístico multivariante de cluster. *Contaduría y Administración*, 62(2), 28–55. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.01.002>
- Pogodaeva, T., Zhaparova, D., & Efremova, I. (2015). Changing Role of the University in Innovation Development: New Challenges for Russian Regions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214(June), 359–367. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.659>

- Porter, M. E., Furman, J. L., & Stern, S. (2000). *The Drivers of National Innovative Capacity#: Implications for Spain and Latin America*. Harvard Business School Working Paper, No. 01-004, https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/01-004_bf3fbb71-2d46-46bf-b8fc-3988fdd339ee.pdf
- Proença, I., & Glórias, L. (2021). Revisiting the spatial autoregressive exponential model for counts and other nonnegative variables, with application to the knowledge production function. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13052843>
- Ríos-Flores, J., Alonso, R., & Retamoza, A. (2019). Capacidad innovadora regional en México: heterogeneidad estructural y dependencia espacial. *Ciencia y Universidad*, 39, 89–116. https://www.researchgate.net/publication/339851448_Capacidad_innovadora_regional_en_Mexico_heterogeneidad_estructural_y_dependencia_espacial
- Ríos-Flores, J. A., & Ocegueda, J. M. (2017). Capacidad innovadora y crecimiento regional en México: un enfoque espacial. *Economía Sociedad y Territorio*, xvii(1), 743. <https://doi.org/10.22136/est2017705>
- Ríos-Flores, J. A., & Ocegueda, J. M. (2018). Efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico de las entidades federativas en México. *Estudios Fronterizos*, 19, 1–22. <https://doi.org/10.21670/ref.1813013>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102. <https://doi.org/10.2139/ssrn.314999>
- Romer, P. M. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *The Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 3–22. <https://doi.org/10.1257/jep.8.1.3>
- Sala-i-Martin. (2018). El trabajo en la cuarta revolución industrial. *Revista Facecolda*, 172, 40-43 <http://online.fliphtml5.com/aock/topy/#p=41>
- Samandar, M., Eshtehardi, A., Kamran, S., & Di, A. (2017). Technological Forecasting & Social Change Regional innovative behavior#: Evidence from Iran. *Technological Forecasting & Social Change*, 122, 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.02.011>
- Sandoval, S., Arias, M., & Valencia F.. (2017). *Cuenta pública de Ciencia, Tecnología, e Innovación: Propuesta programática de armonización contable para las entidades federativas*. https://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/sites/default/files/CPCTI2017_210518.pdf
- Schaeffer, P. R., Fischer, B., & Queiroz, S. (2018). Beyond Education: The Role of Research Universities in Innovation Ecosystems. *Foresight and STI Governance*, 12(2), 50–61. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2018.2.50.61>
- SEMARNAT. (2019). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2018*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/recuadros/descargas_pdf.html
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320 <https://doi.org/10.2307/1926047>
- Tavani, D., & Zamparelli, L. (2017). Endogenous Technical Change in Alternative Theories of Growth and Distribution. *Journal of Economic Surveys*, 31(5), 1272–1303. <https://doi.org/10.1111/joes.12220>
- United Nations. Economic Commission for Latin America, & United Nations. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. (1990). *Revista de la CEPAL*. In *Revista de la CEPAL* (Issue 42).
- Valdez-Lafarga, C., & León-Balderrama, J. I. (2017). La eficiencia de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación de las entidades federativas de México. Una evaluación mediante análisis envolvente de datos (DEA). *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, 12(2), 7–32. <https://doi.org/10.33110/rnee.v12i2.238>
- WEF. (2015). The Global Competitiveness Report 2015-2016. In *World Economic Forum* (Vol. 5, Issue 5). <https://doi.org/92-95044-35-5>
- WEF. (2018). The Global Competitiveness Report 2018. In *World Economic Forum* (Worl Econo).
- Zhang, D., & Guo, Y. (2019). Financing R&D in Chinese private firms: Business associations or political connection? *Economic Modelling*, 79, 247–261. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.12.010>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Clasificación JEL:: O30, R11