

Convergencia económica, la innovación y el capital humano en México 1997-2019

Flores Corral Alejandro¹

Resumen

La convergencia económica regional y el crecimiento económico son uno de los temas abordados para discutir sobre la desigualdad de ingresos y de la tasa de crecimiento. El objetivo principal del artículo es probar la existencia de procesos de convergencia condicional económica en las entidades federativas en México durante 1997-2019. Para ello, se emplearon los datos del PIBE per cápita, la tasa de crecimiento, la solicitud de patentes por cada 10 mil personas como variable *proxy* de innovación y el número de investigadores por cada 10 mil personas como variable *proxy* de capital humano. Se utilizó un modelo SAR para integrar la matriz de pesos espaciales y verificar la existencia de dependencia espacial, además que se utilizaron herramientas como el mapa LISA y el índice de Moran, para visualizar las desigualdades económicas y las interacciones entre estados. Los resultados confirman que durante el periodo hubo procesos de convergencia condicional y el capital humano es significativo en el crecimiento del PIB per cápita.

Palabras clave: Convergencia espacial, convergencia condicional, México.

Introducción

En la era contemporánea, marcada por la idea de la globalización y los avances tecnológicos acelerados, el concepto de convergencia económica ha adquirido una relevancia desde los años 90's entre los economistas debido a que pone a prueba los patrones de crecimiento, el desarrollo y la desigualdad social (Méndez *et al*, 2020).

La convergencia económica se refiere a la tendencia de las economías a igualarse en el largo plazo, ocasionado por la relación inversa entre la tasa de crecimiento y el stock de capital inicial. Lo que significa que en el largo plazo se

¹ Estudiante del 8vo semestre del PE en Economía de la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Sociales y Políticas. Correo: alejandro.flores.corral@uabc.edu.mx

esperaría que exista una redistribución de los recursos mediante las ventajas relativas y la productividad (Méndez *et al*, 2020).

Pero en México, al igual que en Latinoamérica, la desigualdad solamente ha crecido en los últimos años en vez de reducirse. En el cuadro 1. 1. (Revisar en el Anexo) podemos observar cómo los estados de Nuevo León y la Ciudad de México son dos de los cuatro estados con mayor PIBE per cápita en 1997, 23 años después siguen siendo dos de los tres estados con mayor PIBE per cápita en el 2019 y están entre las 7 tasas de crecimiento más altas del país. Mientras que Oaxaca, Guerrero y Chiapas son los tres estados de México con menor PIBE per cápita en 1997 y también lo son en 2019, y los tres se encuentran entre los 10 estados con menor tasa de crecimiento.

Los 3 estados con mayor PIBE per cápita en 1997 son los mismos que en el 2019: Nuevo León, Ciudad de México y Campeche. Lo que llama la atención, es que tanto el norte como el del centro, han tenido una tasa de crecimiento positiva anual mayor del 1% a diferencia de Campeche, la cual ha sido negativa y del 3.58%, esto es ocasionado por la alta dependencia que tiene el estado del sur con los ingresos petroleros, los cuales han bajado en los últimos años.

Otro punto por destacar es que 3 de las 5 tasas negativas de crecimiento provienen del Sur, que son los estados de Chiapas, Campeche y Tabasco, lo cual puede ser un indicio de la situación precaria que vive el sur a diferencia del norte del país. Razón por la cual surge la pregunta de si ¿el entorno geográfico tiene una relación con el nivel de ingresos y su tasa de crecimiento? ¿Existió un proceso de β -Convergencia Condicional en México de 1997 a 2019?

Es en este punto en donde la innovación y el capital humano toman relevancia, debido a que son factores que tienen influencia en el crecimiento económico, debido a que el desarrollo económico es un proceso marcado por los cambios estructurales, los cuales son impulsados por la innovación (Ekelund *et al*, 2005). Entonces ¿el crecimiento económico de las entidades federativas durante el periodo 1997-2019 se encuentra relacionado con la Innovación y el capital humano?

El objetivo principal del trabajo es el de probar la existencia de procesos de convergencia condicional económica en México. Como objetivo secundario es el

de estimar el efecto de la innovación y el capital humano en el crecimiento del PIB per cápita en México.

La hipótesis planteada en el artículo se orienta que en México si ha existido un proceso de convergencia económica en las entidades federativas, pero el cual su impacto ha sido bajo, debido a que el capital humano y la innovación no son significativas en el crecimiento económico en México, además que la posición geográfica tiene un papel fundamental en relación con el nivel de ingresos y su tasa de crecimiento debido a la influencia que existe en el mercado local.

Marco teórico

En 1933, Harold Hotelling critico un estudio realizado por Horacio Secrist acerca de la convergencia del número de empleados de una empresa, siendo el primer precedente de un artículo acerca de crecimiento económico y de la hipótesis de convergencia (Bastidas, 1996). Pero serian hasta los años 50's que Solow crearía el punto de partida de la moderna teoría del crecimiento, con la formalización de lo que se conoce como modelos neoclásicos de crecimiento económicos.

En el modelo de Solow (1956), de acuerdo con Benavides (1997) “la función de producción asumía rendimientos constantes a escala, rendimientos decrecientes para cada factor, sustitución unitaria entre los factores y tasa de ahorro constante” (p. 54). Donde es el supuesto de rendimientos decrecientes el que predecía la convergencia en el nivel de ingreso de distintos países, ocasionado por la tendencia a encontrarse en su estado de equilibrio, lo que se le conoce como estado estacionario (Bracamontes *et al*, 2008), como consecuencia de que los países con un ingreso alto per cápita tendrán un crecimiento más lento que los países con un escaso ingreso per cápita, en otras palabras, habrá convergencia económica. En dicho modelo, en ausencia de cambios tecnológicos se predecía que todas las tasas de crecimiento de diferentes economías terminarían igualándose (Rabanal, 2012) y el ingreso per cápita tendería a no crecer.

El modelo empezaría ser objeto de análisis décadas después, debido a que empezaron a surgir cuestionamientos ocasionados porque el proceso de convergencia no ocurría, las economías no terminaban de igualarse. A raíz de ello, Romer (1986) concluyo que el producto marginal del capital, a diferencia de lo que

creía Solow, no presentaba un comportamiento decreciente, lo que significa que el producto crecería sin cambios en la tecnología (Benavides, 1997).

En los años 90's, Barro y Sala-I-Martin (1992) realizaron un estudio pionero para economías desarrolladas, en el que buscaban identificar los determinantes del crecimiento económico. Donde su hipótesis de la convergencia relaciona inversamente el nivel inicial del stock de capital con su tasa de crecimiento, lo que provocaba que los países pobres crecieran más rápido a diferencia de los países ricos que crecían más lento. Siendo su gran aporte de la convergencia condicional, la relación entre la tasa de crecimiento de un país con la distancia a la que este se sitúa de su propio estado estacionario. Lo que quiere decir que si un país es pobre hoy y se espera que lo sea en el futuro, su tasa de crecimiento no será elevada (O'Connor, 2007).

El mismo año, Mankiw, Romer y Weil (1992) crearían el “Modelo Solow-Swann Ampliado” el cual incluye tres factores de producción: capital, trabajo y capital humano en una tecnología Cobb-Douglas. Modelo en el que se acuñaría el concepto de convergencia condicional, el cual se entiende como la convergencia que se aplica en un grupo de países que tienen características en común (Bracamontes *et al*, 2008).

Por último, Barro y Sala I-Martin (1994) definirían los conceptos de convergencia beta y convergencia sigma. Convergencia Beta es cuando existe una relación inversa entre la tasa de crecimiento de la renta y el nivel inicial de dicha renta en un conjunto de economías; mientras que convergencia sigma es cuando hay una reducción en la dispersión en la renta real per cápita entre un grupo de economías.

Una de las cuestiones más importantes de la economía del crecimiento es si todas las regiones mostraran un proceso de convergencia, lo que quiere decir que, habrá un crecimiento equilibrado. Si los países o regiones bajo análisis tienen una estructura idéntica y son estables en el tiempo (presentan una tasa similar y constante de ahorro, de depreciación, de crecimiento poblacional y tienen la misma función de producción), significa que todas las economías van a converger hacia el mismo estado estacionario. Pero, si las regiones o países ricos tienen una tasa de

crecimiento más rápida que la de los pobres, el modelo va a predecir una divergencia y que las desigualdades de ingresos van a ir aumentando con el tiempo (Sala-I-Martin, 1994). Lo que significa que si la única diferencia que existe es el stock de capital entre las economías, se comprueba la hipótesis de convergencia absoluta o convergencia β . Mankiw, Romer y Weil (1992) mencionaron que entre las regiones de un país las estructuras productivas son distintas en varios aspectos, lo que simboliza, que es complicado que converjan en un mismo estado estacionario. Lo que quiere decir, que si cada región tiene una tasa de ahorro y de capital tendrán un estado estacionario único, donde la inversión es la de reposición, lo que significa que solamente se predice convergencia después de controlar ciertas variables de inicio (Cabrera *et al*, 2020).

Quah (1993) argumenta que el método econométrico estándar no permite mostrar de manera correcta el fenómeno y las interacciones que existen entre las observaciones a través de estimaciones convencionales, debido a que las regiones no pueden tratarse como si estuvieran aisladas, lo que significa, que su crecimiento está vinculado con el de las áreas especialmente contiguas (Asuad *et al*, 2007).

Autores destacados sobre convergencia espacial como Anselin, han incorporado a la metodología los efectos espaciales en los modelos econométricos, propone la estimación de una ecuación econométrica en que se incorpora en la variable dependiente y en el término del error el efecto espacial asociado (Asuad *et al*, 2017).

Existen dos posturas sobre el crecimiento: crecimiento balanceado y crecimiento desequilibrado. La principal base de los teóricos del crecimiento equilibrado o balanceado es la fuerte idea de la convergencia incondicional, debido a que si el crecimiento es similar en todas las áreas del estudio, no existen razones para que haya diferentes niveles de renta, lo que significa que la convergencia está garantizada en todo momento. Pero, la idea del crecimiento desequilibrado encuentra congruencia con otras hipótesis alternativas como la convergencia condicional, la divergencia o los clubes de convergencia (Rabanal, 2016).

Joseph A. Schumpeter es uno de los principales pioneros de la idea que la innovación es el centro del crecimiento y de los cambios económicos. Para él, el

problema del capitalismo no recae en como administra a las estructuras existentes, sino como las crea y las destruye. Ha dicho proceso bautizo como “destrucción creativa”. En otras palabras, el capitalismo genera una perturbación que crea un proceso de evolución (Ekelund *et al*, 2005). Destaca que el desarrollo económico y la innovación se encuentran relacionados debido a que el desarrollo es un proceso histórico que este marcado por los cambios estructurales, que son impulsados por la innovación.

Romer (1986) retomaría las ideas del austriaco, al añadir a su modelo de crecimiento endógeno externalidades del capital, al suponer que la creación de nuevo conocimiento desarrollado en el sector privado genera un efecto positivo en las otras empresas, debido a que el conocimiento no puede ser ocultado para siempre, y al final será imitado por la competencia (González y Zamudio, 2021), lo que significa que la evolución tecnológica es un efecto indirecto de la inversión, por medio de la relación de adquisición de conocimientos, experiencias y productividad (Atkinson, 1998).

Dentro del análisis espacial, es importante incluir en el análisis la difusión espacial de las innovaciones y del conocimiento. Debido a que la incorporación de los posibles patrones espaciales para la difusión de nuevos inventos permite expandir la frontera de posibilidades de producción (Rabanal, 2016). Autores como Abramovitz (1986) resalto la necesidad de que los países que tienen un menor desarrollo cuenten con capacidad social para absorber tecnologías, y poder imitarlas a un bajo costo (Rabanal, 2016).

En México, existen números estudios sobre la hipótesis de convergencia, entre los que destacan, el de Asuad y Quintana (2014) en el que plantean como objeto de estudio la relación entre la hipótesis de convergencia del ingreso y la formación de núcleos de convergencia entre las entidades federativas de México de 1970 hasta el 2008. El artículo elabora su modelo econométrico incorporando los efectos espaciales en la variable dependiente y en el término del error, además de agregar una variable exógena que considera los efectos funcionales de la concentración económica en el espacio respecto al ingreso. Como resultado, obtuvo que el crecimiento económico de las entidades federativas ha ampliado la

desigualdad regional y se han formado núcleos de convergencia. No se cumple con la hipótesis de convergencia en el largo plazo, ya que solamente en el periodo de 1970-1986 se presentó convergencia, del 86 hasta el 2008 es cuando da lugar a la divergencia del crecimiento; en relación con los efectos espaciales se constata de su existencia tanto en los procesos de convergencia como de divergencia, a través de la concentración económica.

Méndez *et al* (2020) aborda el tema de convergencia económica en las entidades federativas en México, su relación con la innovación y el efecto espacial en la asociación entre los estados a partir de la apertura comercial de 1993-1994. La ecuación para la convergencia absoluta utilizada es la propuesta por Barro y Sala-I-Martin y se agregó la variable innovación para la estimación de β convergencia condicional para estimar el impacto de la innovación sobre el crecimiento; para agregar al modelo los efectos espaciales utilizan la matriz de pesos espaciales y para el descubrimiento de relaciones de asociación espacial utiliza el I de Moran. Se concluye que en México los estados convergen pero de manera lenta, y el factor espacial depende dos cosas, del tipo de vecindad asociada a la matriz de pesos espaciales que se maneja o de si se mide por el PIB per cápita, que depende de factores externos, como el comportamiento o crecimiento de las entidades vecinas; o si por el PIB que depende exclusivamente por factores internos. En relación con el impacto que genera la innovación, presenta un impacto positivo sobre la tasa de crecimiento y la tasa de convergencia condicional, aunque dicho efecto es muy pequeño.

Strube (2013) en su artículo elabora un modelo en donde desafía la idea de que la convergencia es un fenómeno universal y propone un modelo que considera la producción y la dinámica de la innovación en un espacio continuo, donde las ventajas y las desventajas de las regiones o entidades pueden ser endógenas; además de considerar tanto a los líderes de la innovación como a los seguidores. Como resultado dio que la ubicación tiene una influencia en la trayectoria de la convergencia, siendo que las regiones cercanas, esto significa la proximidad geográfica a los líderes en innovación puede tener un impacto significativo en la capacidad de una región o país para converger tecnológicamente. Sin embargo, para las regiones que están más lejos de los líderes o como ella se refiere, en las regiones

periféricas, pueden enfrentar desafíos debido a que pueden beneficiarse muy poco, o nada, y se pueden enfrentar desafíos adicionales para que puedan alcanzar la convergencia tecnológica.

Metodología

Modelo

La ecuación propuesta del modelo para definir β -Convergencia Condicional es la utilizada por Barro y Sala-I-Martin (1994):

$$\frac{\ln Y_{it} - \ln Y_{it-1}}{T} = \alpha + \beta_1 \ln Y_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

donde $\ln Y_{it} - \ln Y_{it-1}$ es la diferencia logarítmica del ingreso al final del periodo respecto al ingreso al inicio del periodo; T es el periodo total. α es la constante; α es la constante; β_1 es la tasa de convergencia; ε_{it} es el término del error aleatorio. Se asume que $0 < \beta < 1$ donde a mayor coeficiente de β es mayor la tendencia hacia la convergencia, mientras sea individualmente significativo, y a menor coeficiente las regiones tienden a tener procesos de divergencia; Aunque la ecuación (1) siempre ha generado dudas, debido a que los resultados pueden ser bastantes cuestionables si existen diferentes estados estacionarios.

Mankiw, Romer y Weil (1992), como se mencionó anteriormente, consideran que las economías tienden hacia su respectivo estado estacionario y no a uno en común como pronostica la convergencia absoluta (German-Soto y Escobedo, 2009). Razón por la cual se utiliza la ecuación de β -Convergencia Condicional:

$$\frac{\ln Y_{it} - \ln Y_{it-1}}{T} = \alpha + \beta_1 \ln Y_{it-1} + \beta_2 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

donde $\ln Y_{it} - \ln Y_{it-1}$ es la diferencia logarítmica del ingreso al final del periodo respecto al ingreso al inicio del periodo; T es el periodo total. α es la constante; α es la constante; β_1 es la tasa de convergencia condicional; β_2 es el coeficiente de la variable explicativa adicional ε_{it} es el término del error aleatorio. La ecuación 2 permite capturar las diferentes tendencias hacia el estado estacionario de un conjunto de economías; pero tiene el detalle que no toma en cuenta los efectos espaciales de una región (German-Soto y Escobedo, 2009).

Autores como Quah (1993) argumento que el método econométrico tradicional no representa de manera correcta el fenómeno, debido a que no toma en cuenta las interacciones que tiene el producto per cápita en el tiempo, y los datos regionales exhiben patrones que son difíciles de representar y explicar a través de estimaciones convencionales. Además, que en general se acepta que existe autocorrelación espacial (AE) siempre y cuando haya una relación espacial sistemática en los valores de una variable en el espacio geográfico del dato, en otras palabras, si existe un patrón de comportamiento de una variable según la ecuación geográfica del dato (Celemin, 2009).

El concepto de autocorrelación espacial está basado en el principio de Tobler, en el que se plantea que en el espacio geográfico todo se encuentra relacionado con todo, pero lo que está más cerca está más relacionado entre sí. La AE puede ser positiva, negativa o que no exista autocorrelación. Si es positiva significa que si la región presenta un fenómeno determinado este se extenderá hacia las regiones que lo rodean; en caso de ser negativa significa que si una región tiene la presencia de un fenómeno, es difícil que exista una prolongación y afecte a las regiones vecinas a ellas; por último, en caso de que la variable analizada no tenga un orden, sino que se distribuya de forma aleatoria, significa que no hay autocorrelación espacial. Las principales razones por las que puede aparecer dependencia espacial se deben a la existencia de errores de medida y de fenómenos de interacción espacial. La dependencia espacial es multidireccional, en otras palabras, una región puede influir o ser afectada por las regiones que lo rodean (Moreno & Váya, 2004).

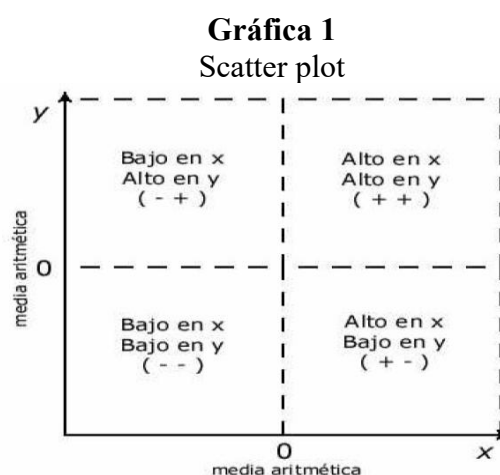
El Índice de Moran permite capturar la dependencia espacial de una determinada variable, bajo la forma:

$$I_i = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum z_i^2} \quad (1)$$

donde n es el número de regiones, w_{ij} son los elementos de una matriz binaria de contigüidad $n \times n$ y z_i representa la variable determinada de cada región en desviaciones con respecto a la media. El I de Moran toma valores en el intervalo $[-1, 1]$, entonces si se acerca a valores cercanos a 1 significa que la variable tiene una

fuerte dependencia positiva; si los valores están cercanos a -1 existe una fuerte dependencia negativa.

En 1933, Anselin presento el Scatterplot de Moran, una herramienta de analisis que permite observar un gráfico de dispersión sobre el comportamiento de cada una de las observaciones en el espacio. El scatterplot se divide en 4 cuadrantes, donde el eje x representan los valores estandarizados de una variable, y el eje y son los valores estandarizados del promedio de los valores en unidades vecinas de la misma I, en caso de ser univariado, o de otra variable, en caso de ser bivariado. El cuadrante uno es el primero a la izquierda, el alto-alto (también conocido como hot spots), es en esta área donde se encuentran las unidades espaciales con valores superiores a la media, que se encuentran rodeados de vecinos con valores altos. La situación inversa se encuentra en el cuadrante III, bajo-bajo (también se le conoce como cold spots). En ambos cuadrantes se encuentran los clusters o agrupamientos de unidades espaciales con valores similares a los de sus vecinos. Pero en los otros dos cuadrantes se encuentran los outliers espaciales, que son aquellos que responden a contextos mixtos. En otras palabras, no comparten los mismos valores que los de sus vecinos, lo que significa que no responden al principio de AE (Celemin, 2009). Si los puntos no siguen ningún patrón y se encuentran dispersos en los 4 cuadrantes, se puede concluir que existe una ausencia de dependencia espacial (Moreno y Vaya, 2000).



Fuente: Buzai, 2005

El detalle de la autocorrelación global es la limitación de no poder capturar el efecto particular de dependencia ocasionado porque el esquema puede no

cumplirse para todas las observaciones espaciales analizadas (Anselin, 1995, como se citó en Méndez *et al*, 2020). Debido a esto, el índice local de asociación espacial (LISA) identifica los patrones locales de asociación espacial, mediante la descomposición del índice de Moran con el fin de evaluar la influencia de las ubicaciones individuales en la estadística global (Hidalgo, 2019).

$$lisa_i = \frac{z_i}{\sum_i \frac{z_i}{N}} \sum_{j \in J_i} w_{ij} z_j \quad (2)$$

donde z_i es el valor de la región i de la variable normalizada, J_i es el conjunto de regiones vecinas a i . Con valores positivos se presentan en los *clusters* de valores similares alrededor de la región i , caso contrario si se presentan valores negativos (Méndez *et al*, 2020).

El mapa de clusters de LISA clasifica, al igual que el *Scatterplot* de Moran, en cuatro tipos de clase a los valores de cada observación de acuerdo con el tipo de asociación significativa entre los valores observados y sus respectivos rezagos: *high-high*, *high-low*, *low-high* y *low-low*. Tanto *high-high* como *low-low* se les llaman *clusters* que son aquellas entidades que se encuentran rodeados de vecinos con valores similares; mientras que *high-low* y *low-high* se les llaman *spatial outliers* (valores atípicos espaciales se traduce en español), que son aquellas entidades rodeadas de vecinos con valores diferentes. Existe una quinta clase denominada no significantes que engloban a todas las entidades en las que no hubo asociación significativa y se supone que tiene valores aleatorios (Martínez, 2018).

Para integrar una dependencia espacial se puede hacer de dos maneras: añadir a la regresión un rezago espacial al modelo (Wy) o al error ($E[\varepsilon_i \varepsilon_j] \neq 0$). Al primero se le conoce como modelo con rezago espacial en la variable independiente (SAR, por sus siglas en inglés) y se utiliza cuando el interés principal es el detectar la existencia y la fuerza de las interacciones espaciales (Anselin, 2001). Pero cuando se aplica el rezago espacial en el error se le conoce como modelo con rezago espacial en el término del error (SEM) y se utiliza cuando la preocupación es la de corregir la influencia potencialmente sesgada de la autocorrelación. La especificación especial se expresa de la siguiente forma:

$$y = \rho Wy + \beta X + \varepsilon \quad (3)$$

$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + u \quad (4)$$

donde ρ es el coeficiente que representa el efecto de dependencia espacial sustantiva dada la vecindad territorial que se obtiene a partir de la matriz de pesos espaciales, Wy es el retardo espacial de la variable dependiente, ε es el vector en términos de errores, β representa el impacto generado de la variable exógena sobre la variable dependiente y λ es el coeficiente autorregresivo espacial (Méndez *et al*, 2020).

El modelo utilizado en la regresión es el SAR, debido a que el objetivo del trabajo es el de detectar la existencia de interacciones espaciales en México. Una vez concluido sobre los tipos de modelos y el utilizado en la regresión, se presenta la ecuación del modelo espacial:

$$TCPIBEPPC_{97-19} = \alpha + \beta_1 \ln PIBEPPC_{1997} + \rho WTCPIBEPPC_{97-19} + \beta_2 \text{CapitalHumano} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$TCPIBEPPC_{97-19} = \alpha + \beta_1 \ln PIBEPPC_{1997} + \rho WTCPIBEPPC_{97-19} + \beta_2 \text{Innovación} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

La ecuación 6 y 7 se utiliza para β -convergencia condicional. Donde $TCPIBEPPC_{97-19}$ es el promedio del logaritmo de la tasa de crecimiento anual; $PIBEPPC_{1997}$ es el logaritmo del PIBE per cápita de 1997; $CapitalHumano_{1997}$ es el número de investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) por cada 10 mil habitantes; e *Innovación* es el numero de patentes registradas en cada entidad federativa por cada 10 mil personas; ρ incorpora el efecto espacial, y para fines del trabajo se utilizara en su forma reina 1. Para determina que el modelo no contenga heteroscedasticidad se utilizara la prueba Breusch-Pagan y para calcular la dependencia espacial se utilizara la prueba likelihood radio test.

Datos

Los datos de la investigación provienen de dos fuentes: el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y del Sistema Nacional de Investigación (SNI). El periodo de investigación inicia en el año 1997 y culmina en el año 2019.

Cuadro 1
Especificación de las variables

Variable	Clave	Concepto	Fuente
PIBE per cápita	PIBEPPC	Producto Interno Bruto estatal per cápita	INEGI
Tasa de Crecimiento del PIBE per cápita	TCPIBEPPC	Promedio de la tasa de crecimiento del PIBE.	INEGI
Innovación	Inn	Solicitud de patentes por cada 10 mil habitantes	SNI
Capital Humano	CH	Personas dedicadas a la Investigación por cada 10 mil habitantes	SNI

Fuente: elaboración Propia.

Respetando el orden de la ecuación 5 para la descripción de los datos utilizados y las operaciones realizadas para la construcción del modelo, el PIBE, que toma los precios del 2013, de los años 1997 y 2019, se obtuvieron del Sistema de Cuentas Nacionales de México del INEGI. Para eliminar los efectos de escala de las entidades federativas, se utilizaron las proyecciones de población a mitad del año de la CONAPO.

Con el fin de estimar β -convergencia condicional se utiliza como variable *proxy* de la innovación, se utiliza el número de patentes por cada 10 mil habitantes como que se registra en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Algunas entidades federativas no presentaron patentes en 1997, con el fin de realizar un análisis de todas las entidades se realizó un promedio de la solicitud de patentes de 1995 a 1999. En el segundo modelo se utiliza como variable *proxy* del capital humano, el número de investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigación (SNI) por cada 10 mil habitantes en el primer modelo.

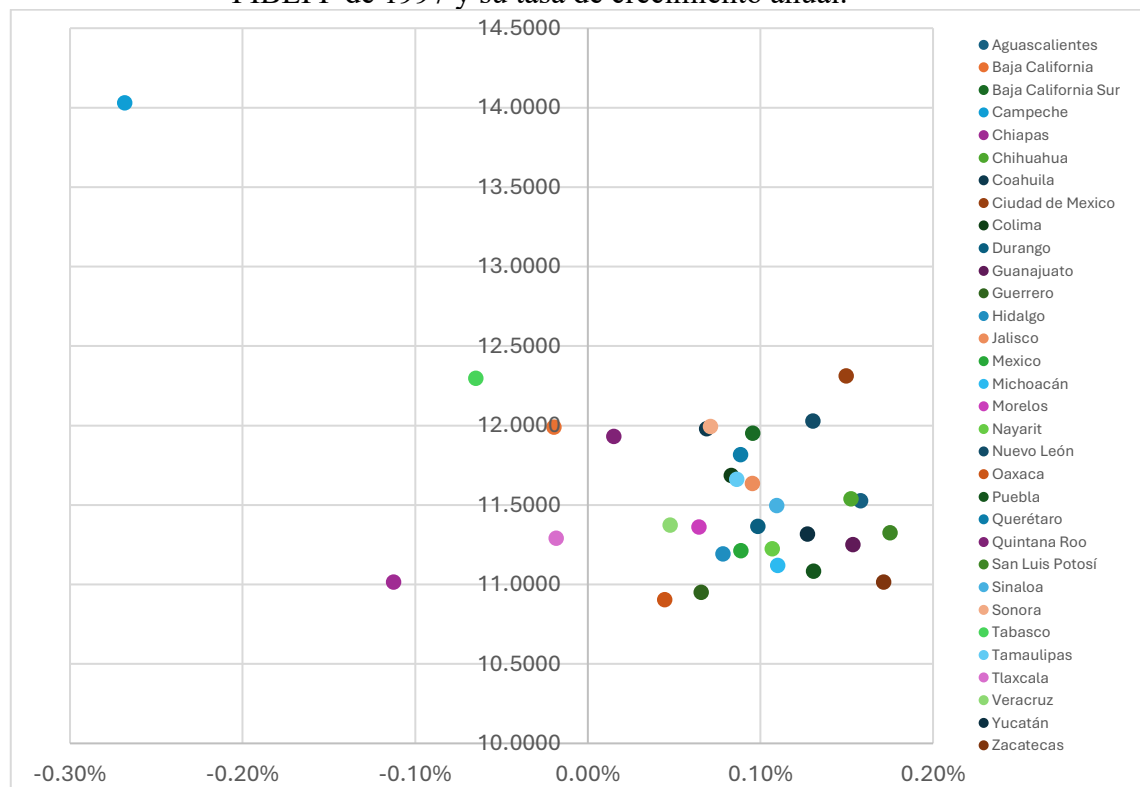
Para homogeneizar la muestra, y simplificar los cálculos, se aplican logaritmos a cada uno de los datos, por consecuencia, los resultados arrojados serán más confiables. Para estimar β -convergencia se realizó el cálculo de la tasa de crecimiento promedio del logaritmo del PIBE per cápita del 1997 al 2019 dividido entre el número de periodos.

El modelo cuenta con 3 variables: PIBE per cápita de 1997, la tasa de crecimiento del PIBE per cápita de 1997 hasta el 2019 y el número de investigadores registrados en el SNI; a cada una de variables se hará un analisis

espacial y se realizara gráficos de dispersión con el fin de observar si muestran síntomas de convergencia.

El mapa de dispersión ofrece varios puntos relevantes. El primero es el caso de Campeche, debido a que tiene el PIBE per cápita más alto de todo México, pero también tiene la tasa de decrecimiento más grande de todas. El motivo de ello se debe a la decadencia que ha sufrido el sector de la minería petrolera, que es su sector más fuerte y del que recaen la mayoría de los recursos; por otro lado, se puede observar que solamente hay otros 4 estados con una tasa de crecimiento negativa que son (nombrados de izquierda a derecha): Chiapas, Tabasco, Tlaxcala y Baja California.

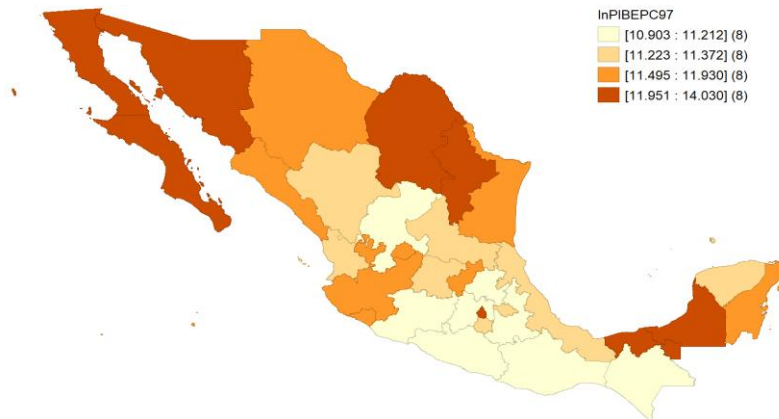
Gráfica 1
PIBEPP de 1997 y su tasa de crecimiento anual.



Fuente: elaboración propia.

Una vez que eliminamos los tres estados con mayor PIB per cápita (los que fueron mencionados en el párrafo anterior) podemos observar que el resto de las entidades federativas se concentran la mayoría en un crecimiento del 0.05% a 0.15% anual.

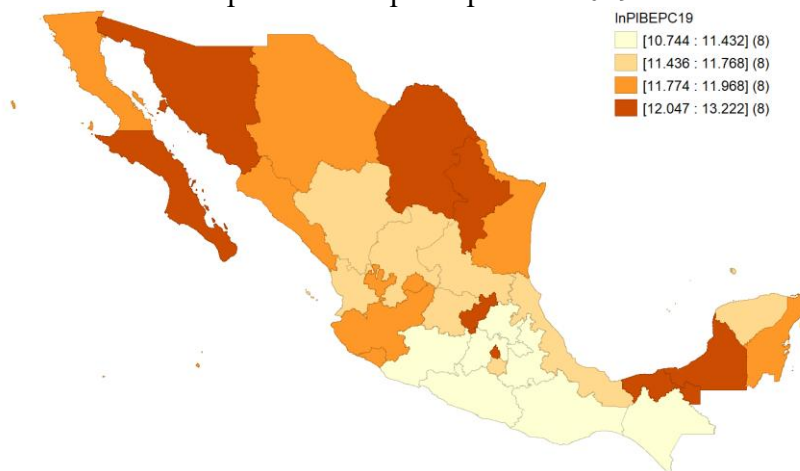
Figura 1
Mapa del PIBE per cápita de 1997



Fuente: elaboración propia con GeoDa.

Como se observa en la figura 1 que tanto en el norte como en el sur existen bloques de entidades federativas con PIBE per cápita similares, los estados que son frontera con los Estados Unidos Americanos se encuentran en el cuarto cuartil lo que significa que son estados con PIBE per capitales altos, a excepción de Tamaulipas y Chihuahua que se encuentran en el tercer cuartil, medios-altos; mientras que en el sur Oaxaca, Michoacán, Chiapas y Guerrero se encuentran en el primer cuartil, lo que significa que tienen PIBE per cápita muy bajos. La existencia de dichos bloques puede significar la existencia de un club de convergencia.

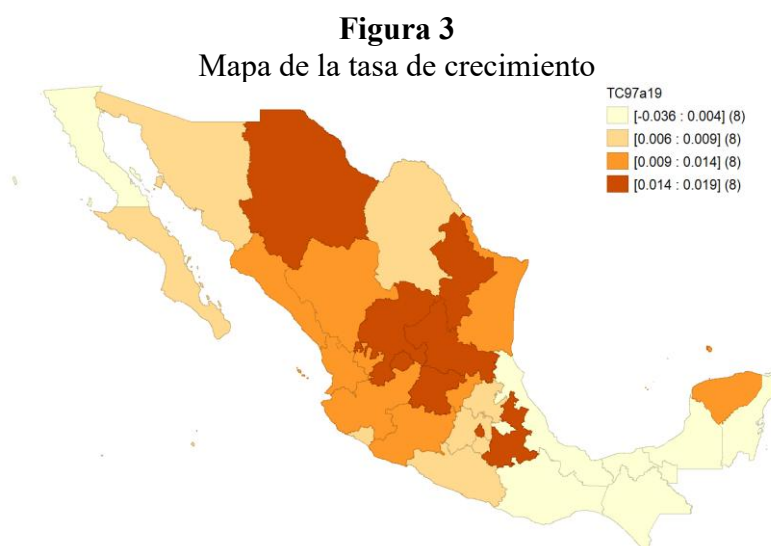
Figura 2
Mapa del PIBE per cápita del 2019



Fuente: elaboración propia con GeoDa.

Si comparamos la Figura 1 y 2 podemos observar los cambios en el PIBE en los 23 años que contempla el modelo, del cual podemos destacar que no hubo un cambio llamativo, debido a que solo hubo 4 cambios: Baja California y Tlaxcala

cambiaron del cuarto cuartil al tercer cuartil, y los estados de Zacatecas y Querétaro cambiaron el tercer cuartil por el cuarto cuartil. En el cuadro 3.3.1. podemos observar que aumento el promedio del PIBE per cápita y disminuyo la desviación estándar, lo que significa que el PIBE per cápita de las entidades federativas se encuentran más cercanos entre ellos, lo cual puede ser un indicio de procesos de convergencia económica.



Fuente: elaboración propia con GeoDa.

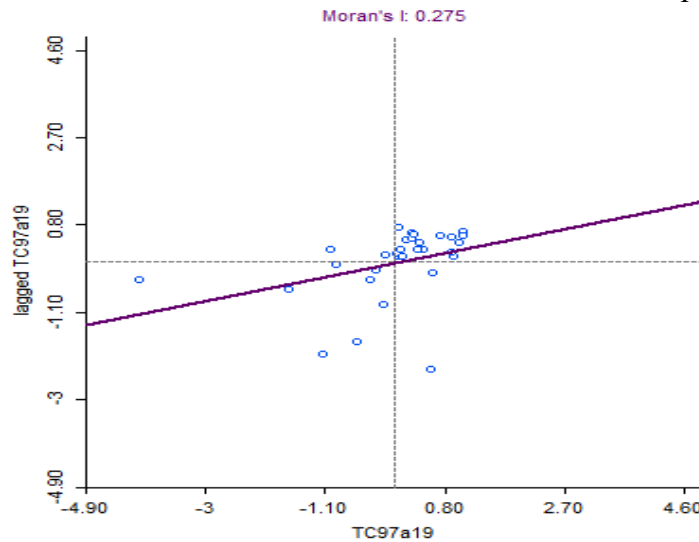
En la figura 3 se puede observar varios puntos que llaman la atención. El primero es que los estados de la frontera norte que se encontraban con PIBE per cápita en el cuarto cuartil, a excepción de Nuevo León, tienen una tasa de crecimiento de 1997 al 2000 por debajo del cuarto cuartil, en otras palabras ningún estado presenta un crecimiento alto en dichos años. Otro punto destacable se encuentra en el sur del país debido a que los estados de Chiapas y Oaxaca tienen PIBE per-capitas bajos y tienen una tasa de crecimiento anual negativa, el cual es una situación que preocupante.

Resultados

En el análisis grafico se presentaron distintos mapas de variables georreferenciadas, en las cuales se observaron el cómo están distribuidas en las entidades federativas y sobre posibles relaciones entre las variables.

Antes de validar si las variables son significativas, se debe evaluar si existe dependencia espacial entre las regiones de México, para ello se utiliza el índice LISA para encontrar los patrones locales de asociación espacial.

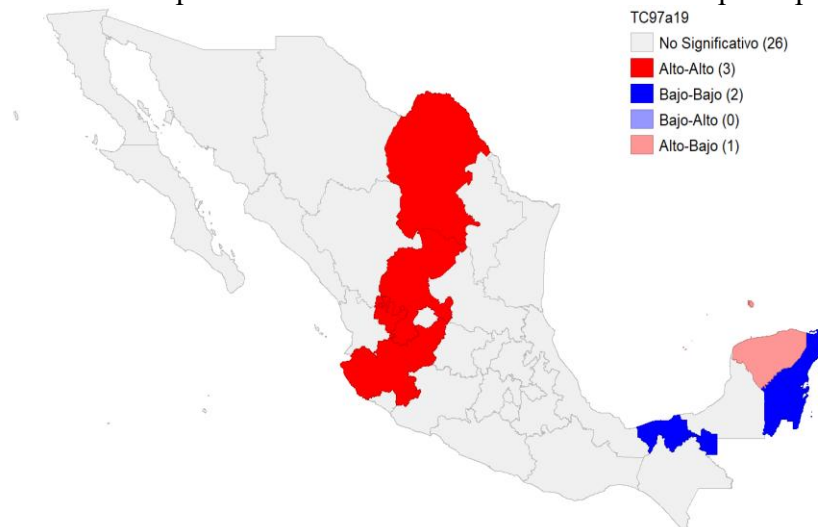
Figura 4
I de Moran de la tasa de crecimiento del PIBE per cápita



Fuente: elaboración propia con GeoDa.

El estadístico de I de Moran al ser positivo y mayor a 0, que significa que existe una relación espacial positiva, lo que indica una polarización regional, pero como se encuentra alejado del 1, podemos concluir que existe una baja asociación espacial positiva.

Figura 5
Asociación espacial de la tasa del crecimiento del PIBE per cápita



Fuente: elaboración propia con GeoDa.

La figura 5 nos demuestra que en México hay asociación espacial de los datos y que esto no son generado por patrones aleatorios, sino por estructuras espaciales. Los estados que se encuentran en el primer *cluster* (alto-alto) son Coahuila, Jalisco y Zacatecas (los tres estados tienen un nivel de significancia del 5%), lo que significa que son entidades federativas con altas tasas de crecimiento que se encuentran rodeados por entidades, al igual que el, con altas tasas de crecimiento. Caso contrario en el sur del país, en el que Quintana Roo (nivel de significancia al 5%) y Tabasco (nivel de significancia al 0.1%) se encuentran en el tercer *cluster*, bajo-bajo. Caso llamativo es el de Yucatán (nivel de significancia al 1%), debido a que se encuentra en el segundo *cluster*, alto-bajo, pero sus primeros y segundos vecinos se encuentran en el tercer *cluster*, aunque hay que considerar que ni Campeche, Chiapas, Oaxaca ni Veracruz tienen una significancia por arriba del 90%.

Cuadro 2
Estimación del modelo con capital humano

Variable	Coefficiente	Error Estándar	Z-Value	Probabilidad
$\rho WTCPIBPEPPC_{97-19}$	0. 2698	0. 1535	1. 7575	0. 0788
Constante	0. 1326	0. 0278	4. 7679	0. 0000
lnPIBEPPC97	-0. 0111	0. 0023	-4. 6702	0. 0000
Capital Humano	0. 0042	0. 0017	2. 4959	0. 0125

Fuente: elaboración propia con GeoDa.

La regresión de la ecuación 6 para el cálculo de convergencia condicional en el que se incluye la variable capital humano como regresor, afirma que para el periodo 1997-2019 existe presencia de convergencia condicional, debido a que el coeficiente del PIBE per cápita inicial es negativo y es significativo al 99% como lo marca la hipótesis, aunque la tasa del periodo es bastante baja, siendo del -0.01. La variable Capital humano tiene un impacto positivo, aunque muy reducido, ya que es menor del 1%

Al modelo se le hicieron diagnósticos para comprobar que el modelo no posea heteroscedasticidad y si hay dependencia espacial. El modelo al tener una probabilidad mayor a 0. 05 en el Breusch – Pagan Test, no rechaza la hipótesis nula, y por consecuencia, los residuos del modelo tienen una varianza constante. Sucede

exactamente lo mismo con el Likelihood Ratio Test, debido a que el modelo al tener una probabilidad mayor a 0. 05, no rechaza la hipótesis nula, lo que significa que el modelo se ajusta de mejor manera con dependencia espacial que sin ella.

Cuadro 3
Estimación del modelo con innovación

Variable	Coefficiente	Error Estándar	Z-Value	Probabilidad
$\rho WTCPIBPEPPC_{97-19}$	0. 251045	0. 166196	1. 51053	0. 13091
Constante	0. 121442	0. 0294821	4. 11917	0. 00004
lnPIBEPPC97	-0. 01003	0. 00251556	-3. 98718	0. 00007
Innovación	0. 0161409	0. 029989	0. 538081	0. 59054

Fuente: elaboración propia con GeoDa.

La regresión de la ecuación 7, en el que se utiliza a la innovación como regresor para calcular la convergencia condicional, en base a la evidencia obtenido por la regresión, afirma que durante el periodo 1997-2019 hubo convergencia condicional, debido a que el coeficiente del PIBE per cápita inicial es negativo, como sugiere la hipótesis. Aunque la regresión arroja resultados llamativos, como la falta de significancia al coeficiente ρ , lo cual no tiene sentido debido a que en el diagnostico de dependencia espacial prueba que el modelo se ajusta de mejor manera con ella; además que de acuerdo con el modelo, el número de patentes por cada 10 mil habitantes no tiene un efecto sobre la tasa de crecimiento promedio. Al igual que la ecuación del modelo anterior, tampoco se presentó heteroscedasticidad en el modelo y se ajusta de mejor manera con dependencia espacial.

Conclusión

La convergencia económica en México ha sido foco de estudio y de análisis, en el desarrollo del país, debido a la desigualdad que existe entre las regiones, donde el norte y centro del país han logrado avances significativos en términos de crecimiento económico, a diferencia del sur el cual ha tenido un nulo crecimiento en décadas pasadas, siendo la principal razón del estudio de la convergencia, para buscar una respuesta del crecimiento desigual y que se puede hacer para solucionarlo.

El ejercicio realizado nos ofrece un resultado agri dulce, debido a que se confirma la existencia de asociación espacial de los datos, donde Coahuila, Zacatecas y Jalisco se encuentran en el primer *cluster* mientras que los estados de Quintana Roo y Tabasco se encuentran en el tercer *cluster*, el resultado indica una vez más la alta desigualdad que existe entre las regiones.

El impacto del capital humano en la tasa de convergencia y la tasa de crecimiento es positivo, lo que significa que ha mayor capital humano, mayor tasa de crecimiento, pero el impacto que tiene es muy pequeño, esto se explica en que el capital humano se concentra solamente en ciertos estados, ubicados en el norte y en el centro del país.

La hipótesis planteada al inicio del artículo se acepta debido a que en el ejercicio se comprobó la existencia de un proceso de convergencia económica en el interior del país, aunque el capital humano, a diferencia de lo planteado, si tiene significancia en el crecimiento económico, aunque sea muy pequeña y en el que la posición geográfica si ha tenido un papel fundamental en el nivel de ingresos y en la tasa de crecimiento. Aunque se haya confirmado la existencia de un proceso de convergencia económica, se puede concluir que no ha sido uniforme, aunque el promedio del PIB per cápita de México ha aumentado y ha disminuido su desviación estándar, también se puede observar en los mapas que sigue existiendo una desigualdad de condiciones entre el norte y el sur.

Referencias

- Anselin, L. (2003). *A companion to theoretical econometrics*. En Baltagi, B. (edit). *Acompanion to theoretical econometrics*. En <https://doi.org/10.1002/9780470996249.ch15>
- Aroca, P. y Bosch, M. Crecimiento, convergencia, y espacio en las regiones chilenas: 1960-1998. *Estudios de Economía*, 27(2), 199-224.
- Asuad, N. y Quintana, L. (2010). Crecimiento económico, convergencia y concentración económica espacial en las entidades federativas de México 1970-2008. *Investigaciones Regionales*, 18(5), 83-106.
- Asuad, N., Quintana, L. y Ramírez, R. (2007). Convergencia espacial y concentración regional agrícola en México (1970-2003). *Problemas del desarrollo*, 38(149), 79-111.
- Barro, R., y Sala-I-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100(2), 223-251.
- Basile, R., Mínguez, R. (2018). Advances in Spatial Econometrics: Parametric vs. Semiparametric Spatial Autoregressive Models. En: Commendatore, P., Kubin, I., Bougheas, S., Kirman, A., Kopel, M., Bischi, G. (eds) *The Economy as a Complex Spatial System. Springer Proceedings in Complexity* (81-106). Springer.
- Bastidas, A. (1996). *¿Convergencia económica?* En <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/36143/23793-83169-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benavides, O. (1997). Teoría del crecimiento endógeno. Economía política y economía matemática. *Cuadernos de Economía*, 16(26), 49-67.
- Bracamontes, J. y Escamilla, A. (2008). Convergencia absoluta y condicional en los municipios del estado de Sonora, 1989-2004. *Estudios Fronterizos*, 9(18), 9-37.
- Brauninger, M. y Niebuhr, A. (2005). Convergence, Spartial Interaction and Agglomeration Effects in the EU. En https://www.econstor.eu/bitstream/10419/117705/1/ERSA2005_528.pdf
- Méndez, B. Ríos-Flores, J. Zavaleta, M. y Peralta, F. *Convergencia económica e innovación: un analisis condicional y espacial en México 1993-2018*. Mexicali: UABC/Artificios.
- Cabrera, J. y Rodríguez, L. (2020). Convergencia económica entre municipios mexicanos: un enfoque de parámetros locales. *Ensayos Revista de Economía*, 39(2), 143-186.

- Cabrera, J. y Rodríguez, L. (2018). Convergencia municipal en México con modelos de econometría espacial (199-2014). *EconoQuantum*, 16(1).
- Celemín, J. (2009). Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación. *Revista Universitaria de Geografía*, 18, 11-31.
- Díaz, A., Fernández, E., Garduño, R. y Rubiera, F. (2017). ¿El comercio lleva a la convergencia? Un análisis del efecto de TLCAN sobre la convergencia local en México. *El trimestre económico*, 1(1), 103-120.
- Easterly, W. (2003). *En busca del crecimiento: Andanzas y Tribulaciones de los Economistas del Desarrollo*. Barcelona: Antonio Bosch.
- Ferreira, E. y Uzcátegui, C. (2023). Desafíos y oportunidades de desarrollo sostenible. En <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/desafios-y-oportunidades-de-desarrollo-sostenible-contribuciones-desde-diferentes-dimensiones-de-la-empresa>
- German-Soto, V. y Escobedo, J. (2011). ¿Ha ampliado la liberalización comercial la desigualdad económica entre los estados mexicanos?: Un análisis desde la perspectiva econométrico-espacial. *Economía Mexicana Nueva Época*, 20(1), 37-77.
- Hernández, A. y Gómez, M. (2015). Análisis de convergencia estatal en México, un enfoque de econometría espacial. *Jóvenes en la Ciencia*, 1(2), 673-677.
- Hidalgo, G. (2019). Uso del índice de Moran y LISA para explicar el ausentismo electoral rural en Ecuador. *Revista Geográfica*, 4(160).
- Mankiw, G., Romer, D. y Weil, D. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), 407-437.
- Martin, P. y Ottaviano, G. (2001). Growth and Agglomeration. *International Economic Review*, 42(2), 947-968.
- Martínez, J. y Van Der Hoek, Y. (2018). Clusters of high abundance of plants detected from local indicators of spatial association (LISA) in a semi-deciduous tropical forest. *Plos One*, 13(12).
- Montero, C. y Río, M. (2013). Convergencia en Bolivia: un enfoque espacial con datos de panel dinámicos. *Revista de Economía del Rosario*, 16(2), 233-256.
- Moreno, R. y Vayá, E. Econometría espacial: nuevas técnicas para el análisis regional. Una aplicación a las regiones europeas. *Investigaciones regionales*, 1(2002), 83-106.
- Quah, D. (1993). Empirical cross-section dynamics in economic growth. *European Economic Review*, 37. 426-434.

- LeSage, J. (2008). An Introduction to Spatial Econometrics. *Open Edition Journals*, 123 (3), 19-44.
- Rabanal, C. (2012). Analisis de convergencia económica internacional en el periodo 1950-2009. *Revista de Economía Mundial*. (31), 167-197.
- Rabanal, C. (2016). Hipótesis sobre la convergencia económica una revisión de los enfoques utilizados. *Economía y Administración (E&A)*, 7(2), 113-132.
- Rodríguez, L. y Cabrera, A. (2020). Convergencia económica entre municipios mexicanos: un enfoque de parámetros locales. *Ensayos Revista de Economía*, 39(2), 143-186.
- Rodríguez, L. y Cabrera, A. (2018). Convergencia municipal en México con modelos de econometría espacial (1999-2014). *EconoQuanturn*. 16 (1), 7-32.
- Rojas, M. (2012). Capital Humano y cambios en la estructura productiva: analisis teórica en un modelo de crecimiento. *Papeles de Población*. 18 (71), 1-26.
- Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Ríos-Flores, J. y Ocegueda, J.M. (2018). Efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico de las entidades federativas en México. *Estudios Fronterizos*, 19, 1-22.
- Ríos-Flores, J. y Ocegueda, J.M. (2017). Capacidad innovadora y crecimiento regional en México: un enfoque espacial. *Economía, Sociedad y Territorio*, 17(55), 743-776.
- Sala-I-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Barcelona: Antonio Bosch.
- Solow, R. (1956). A contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. 70 (1), 65-94.
- Schumpeter, J. (1996). *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. México: FCE.

Gráfico 1.1. – Niveles de ingresos, tasas de crecimiento, innovación y Capital Humano

Estado	lnPIBE per cápita 1997	lnPIBE per cápita 2019	Tasa Crecimiento Promedio	Miembros del SNI en 1997	Solicitud de Patentes en 1997
Aguascalientes	11,53	11,95	1,93%	0,1753	0,0877
Baja California	11,99	11,94	-0,23%	0,8020	0,0264
Baja California Sur	11,95	12,20	0,59%	1,8232	0,0250
Campeche	14,03	13,22	-3,58%	0,0745	0,0149
Chiapas	11,01	10,74	-1,03%	0,0849	0,0708
Chihuahua	11,54	11,93	1,73%	0,1328	0,0387
Ciudad de México	12,31	12,72	1,78%	3,9251	0,0027
Coahuila	11,98	12,16	0,82%	0,3495	0,0068
Colima	11,69	11,90	0,88%	0,6386	0,1652
Durango	11,36	11,61	1,10%	0,1087	0,0204
Guanajuato	11,25	11,63	1,74%	0,4001	0,0196
Guerrero	10,95	11,11	0,60%	0,0362	0,0033
Hidalgo	11,19	11,39	0,83%	0,0497	0,0271
Jalisco	11,64	11,88	1,05%	0,3587	0,0335
México	11,21	11,43	0,90%	0,2853	0,0394
Michoacán	11,12	11,39	1,17%	0,2632	0,0025
Morelos	11,36	11,52	0,80%	2,3670	0,1785
Nayarit	11,22	11,49	1,25%	0,0650	0,0217
Nuevo León	12,03	12,38	1,54%	0,4269	0,1503
Oaxaca	10,90	11,01	0,35%	0,0738	0,0059
Puebla	11,08	11,40	1,41%	0,5450	0,0223
Querétaro	11,82	12,05	1,05%	0,8167	0,1274
Quintana Roo	11,93	11,97	0,14%	0,2178	0,0128

San Luis Potosí	11,32	11,77	1,87%	0,2835	0,0131
Sinaloa	11,49	11,77	1,18%	0,1431	0,0119
Sonora	11,99	12,18	0,84%	0,4502	0,0138
Tabasco	12,30	12,12	-0,44%	0,0217	0,0163
Tamaulipas	11,66	11,88	0,95%	0,1202	0,0263
Tlaxcala	11,29	11,24	-0,32%	0,1279	0,0107
Veracruz	11,37	11,49	0,44%	0,1555	0,0144
Yucatán	11,32	11,64	1,39%	0,6012	0,0184
Zacatecas	11,01	11,44	1,93%	0,1959	0,0073

Fuente: Elaborado por mí con datos de INEGI, CONAPO y el SNI

