



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA

ECONOMÍA URBANA Y REGIONAL

Heterogeneidad y Dependencia Espacial de las Tasas de Retorno Privada y Social de la Educación en México

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestro en Economía

PRESENTA:

Jesús Alejandro Santiago Santiago

TUTOR PRINCIPAL:

Dr. Miguel Ángel Mendoza González

Facultad de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Dr. Luis Quintana Romero

Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM

Dr. Marcos Valdivia López

Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM

Dra. Blanca Garza Acevedo

Universidad Panamericana

Dr. Enrique López Bazo

Facultad de Economía y Empresa, UB

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

febrero de 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que a lo largo de mi vida ha sido y siempre será mi segundo hogar.

A mi tutor y principal guía en la realización de esta tesis, el Dr. Miguel Ángel Mendoza, por sus consejos, ayuda, disposición y compromiso.

También a los miembros del jurado por sus valiosos comentarios, que ayudaron a enriquecer esta investigación y más allá de ella. Al Dr. Luis Quintana Romero, Dr. Marcos Valdivia López, Dra. Blanca Garza Acevedo y el Dr. Enrique López Bazo quien a su vez me brindó su valiosa orientación durante mi estancia de investigación en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad de Barcelona, España

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de posgrado.

A la Coordinación de Estudios de Posgrado por el apoyo recibido para la realización de una estancia de investigación en la Universidad de Barcelona, España.

A los amigos y maestros que me acompañaron a lo largo de mis estudios. Por sus críticas, consejos y risas, las cuales, estoy seguro, han hecho de mí un mejor estudiante

Y no menos importante, gracias a mi familia, a mis padres Evelia Santiago García y Mauro Santiago Pedro, a mis hermanos y hermanas, por toda su paciencia, dedicación, comprensión, apoyo y amor incondicional; les quedaré por siempre en deuda.

- ¿Quieres decirme, por favor, ¿qué camino debo tomar para salir de aquí?
- Eso depende mucho de adónde quieres ir -respondió el Gato.
- Poco me preocupa dónde ir -respondió Alicia.
- Entonces, poco importa el camino que tomes -replicó el Gato.

Alicia en el país de las maravillas (Lewis Carroll)

Índice

Introducción	1
Antecedentes	5
Capítulo 1. La educación en la teoría del Capital Humano	9
1.1 Sobre el Capital Humano	9
1.2 Tasas de Retorno	12
1.2.1 Tasa de Retorno Privada	15
1.2.2 Tasa de Retorno Social	16
1.3 Externalidades	15
1.3.1 Externalidades Positivas	21
1.3.2 Externalidades Negativas	24
Capítulo 2. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales	26
2.1 Análisis de la distribución espacial	27
2.1.1 Diagrama de Caja (<i>Box-Plot</i>)	29
2.2 Prueba de Normalidad	32
2.2.1 Prueba Shapiro	32
2.2.2 Gráfico Q-Q Plot	32
2.3 Cartograma	34
2.4 Diagrama de Dispersión	37
2.5 Dependencia Espacial	39
2.5.1 Dependencia Espacial Global	40
2.5.2 Dependencia Espacial Local (LISA)	44
Capítulo 3. Ecuación Minceriana: Tasa de Retorno Privada y Social	51
3.1 Tasa de Retorno Privada	53
3.1.1 Base de Datos	57
3.1.2 Resultados	58
3.1.2.1 Análisis espacial de la tasa de retorno privada	63
3.2 Tasa de Retorno Social y Externalidades	68
3.2.1 Metodología	69

3.2.2 Modelo estático	70
3.2.3 Modelo Espacial	72
3.2.3.1 Modelo de Rezago Espacial (SLM)	73
3.2.3.2 Modelo Durbin de Rezago Espacial (SDM)	74
3.2.3.3 Modelo SARAR	75
3.2.4 Resultados	76
Conclusiones	85
Referencias	90
Anexo	101
Apéndice: Datos, Librerías y Prerrequisitos	103

Introducción

Más de cuatro décadas después de la publicación del trabajo seminal de Mincer (1974), los economistas han llegado a un consenso sobre la relación positiva entre la educación de un individuo y su nivel de ingresos. Sin embargo, todavía persiste el debate acerca de si los rendimientos de la educación reflejan una mayor productividad en los trabajadores, como sostiene la llamada teoría del capital humano (Becker, 1964), o simplemente la señalización del valor de la educación (Spence, 1973). Muchos se inclinan por la primera explicación. Y para el caso de México no es la excepción.

De acuerdo con algunas investigaciones (Barceinas & Raymond, 2003; y Kido A. & Kido M., 2014), a pesar de que en el mercado laboral mexicano existen rasgos de señalización, la evidencia empírica se inclina más en favorecer un modelo de capital humano, y la herramienta más frecuentemente recurrida para contrastar esta teoría, es la ecuación de salarios o de Mincer: en la que los coeficientes de la educación están directamente relacionados con la rentabilidad privada (Schultz, 1961; Becker, 1964; Mincer, 1958). De acuerdo con esta teoría, se supone que una mayor inversión en capital humano aumenta la productividad de los trabajadores y, por tanto, su salario.

A su vez, tomando en cuenta las interacciones entre las personas¹ y la influencia de los procesos económicos. La educación tiene también efectos potenciales no sólo en los salarios de las personas que han incrementado su capital humano, sino también sobre los salarios de todos los trabajadores². Siguiendo a Moretti (2004) y Acemoglu & Angrist (2000), lo anterior se entiende como el efecto sobre los salarios individuales en el espacio³ o municipio, ciudad, estado, etc., de un incremento neto en los rendimientos privados de la proporción de trabajadores educados.

Sin embargo, la estimación de ganancias sociales, implica algunas dificultades (Becker, 1964:208). Uno de los aspectos que hace difícil estimar estas ganancias, es la existencia

¹ Lucas (1988:19), por ejemplo, hizo hincapié en que “la acumulación de capital humano es una actividad social que involucra a grupos de personas”.

² Para Rauch (1993) las interacciones pueden ser tanto formales como informales. Se caracterizan, como un intercambio de conocimientos y habilidades entre los trabajadores.

³ Se entiende espacio (económico), como un campo de fuerzas entre unidades económicas, dentro de las cuales actúan polos económicos como centros de atracción y repulsión, que son movilizados por la acción de fuerzas de concentración y fuerzas de dispersión (Asuad N., 2001:37).

de externalidades⁴ o efectos secundarios generados por el capital humano agregado, los cuales pueden generar beneficios sociales más altos que los rendimientos privados⁵.

Es decir, el capital humano, no solamente produce una rentabilidad privada, sino que también es capaz de generar beneficios sociales, de mercado o de no mercado (Moretti 2004). Un ejemplo del primer caso, es el aumento de la productividad de las personas sin educación debido al intercambio de conocimientos con aquellos que la tienen, mientras que un ejemplo de lo último, sería la reducción de las tasas de criminalidad⁶.

Comprender la existencia y la magnitud de las externalidades positivas es relevante, ya que la educación en la mayoría de los países, ocupa una proporción importante de los recursos públicos gastados por los gobiernos centrales y locales (OCDE 2015). Las externalidades contribuyen en determinar el grado en que la acumulación de capital humano puede ser subvencionada. El estudio de las externalidades de capital humano es, por lo tanto, importante para la teoría económica aplicada, así como para la política económica (Ciccone & Peri 2006:381).

Una de las razones por las que los gobiernos locales invierten en la educación de la población residente, es que se espera que tales inversiones hagan a su fuerza de trabajo más productiva, así como también se dé la generación de beneficios económicos a nivel individual y social⁷. En otras palabras, las externalidades de capital humano pueden ser espacialmente localizadas.

⁴ Siguiendo a Schultz (1988:545), "La educación es ampliamente vista como un bien público (con externalidades positivas), que aumenta la eficiencia de las instituciones económicas y políticas, mientras acelera el ritmo del avance científico"

⁵ De acuerdo al modelo minceriano de capital humano, un cambio en el nivel promedio de escolaridad de una región es un factor clave del crecimiento en el nivel de su ingreso. Sin embargo, la literatura hace énfasis sobre los retornos monetarios privados. Esto llevó al desarrollo de un análisis macro, motivado por la posible existencia de externalidades positivas, las cuales pueden exceder los retornos privados (Ahmed S. 2009:6).

⁶ Cabe señalar que las externalidades de la educación no tienen que limitarse necesariamente a este tipo. Una amplia gama de otros factores externos potenciales se ha discutido en la literatura (véase, por ejemplo, McMahan 2007).

⁷ Romer (1986) y Lucas (1988), han considerado la difusión de conocimientos, ya sea en forma de capital físico o humano, como el motor del crecimiento y el desarrollo sostenido. Es decir, argumentan que "...la acumulación de capital humano genera una mayor tasa de crecimiento, como consecuencia de las externalidades positivas que genera... y porque contribuye al desarrollo de nuevos procesos y productos, aumentando la tasa de progreso técnico..." (Buendía J. & Sánchez M. 2015:183).

Jacobs (1969) y Lucas (1988), sugieren que las concentraciones de capital humano generan ventajas en términos de productividad, lo que a su vez conduce a mayores niveles de rendimiento económico. Lo anterior, les hace ganar a las regiones una serie de ventajas adicionales, en relación, por ejemplo, a las comodidades que pueden ofrecer a las personas, generando a su vez, una atracción de individuos altamente calificados (Stolarick K. *et al.* 2012:8-9).

Otros estudios refieren que el capital humano es de hecho cada vez más concentrado, Berry & Glaeser (2005), documentan la marcada heterogeneidad en los niveles de capital humano en el caso de las ciudades, señalando que la distribución de este tipo de capital, ha pasado a ser relativamente más divergente sobre todo en las áreas metropolitanas⁸ (Stolarick K. *et al.* 2012:7). Y que incluso se puede pensar que tal comportamiento continuará (Shapiro 2006).

Como es posible apreciar, los rendimientos de la educación han sido analizados extensivamente desde 1960, aportándose desde entonces, ideas de cómo la sociedad recompensa la educación. Estos retornos se han abordado a partir de diversos ángulos - nacional, social, individual-, incluso la mayoría de la bibliografía existente, se centra en el estudio de las variaciones en el nivel de los rendimientos, desde una perspectiva internacional.

De tal manera que, respecto a estudios previos en este campo, la presente investigación propone un enfoque regional y espacial, avanzando en aspectos como: la distribución geográfica del capital humano en los municipios de México⁹, la incorporación de efectos espaciales en la medición de los retornos sociales de la educación así como la

⁸ Lucas (1988) enriquecería las contribuciones de Jacobs (1969), respecto a la aglomeración de personas calificadas; en términos de las ventajas de localización que se derivan de las externalidades del capital humano. Formalizando el papel de las áreas urbanas densas, que tienden a concentrar el capital humano, generando derramas de conocimiento. Llegando a convertirse en motores del crecimiento económico (Mellander C. & Florida R. 2012:16).

⁹ Una razón para abordar este aspecto, es que en la mayor parte del mundo la creación y emisión de externalidades del capital humano no se distribuyen de manera uniforme, ya que, debido a la difusión de conocimientos, por lo general tienden a ser localizadas. Es decir, la persistencia constante de las disparidades espaciales en términos de crecimiento y desarrollo humano entre países, regiones, y dentro de las regiones en todo el mundo, pide mayor atención al estudio del comportamiento de la distribución geográfica del capital humano (Ahmed S. 2009:2).

consideración de externalidades a través de los *spillovers*¹⁰ del capital humano y la interpretación de los resultados, empleando los efectos directos e indirectos¹¹.

La base empírica de la investigación se apoya en la muestra del diez por ciento del Censo de Población y Vivienda 2010; información que reúne el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El tamaño de la muestra es de aproximadamente 2.9 millones de viviendas. Lo que nos permite presentar resultados con precisión y confianza medible.

Nuestros objetivos son los siguientes: a) estimar la tasa de retorno privada para cada uno de los 2,456 municipios en México para el año 2010, con base en una ecuación minceriana por individuo, con factores explicativos de educación y experiencia, entre otros; y, b) estimar un modelo espacial para la tasa de retorno privada, explicada en función de un indicador del gasto en educación, para probar la presencia de *spillovers* espaciales y, por tanto, de una tasa de retorno social.

Siguiendo las ideas expuestas, nuestra hipótesis es que la tasa de retorno privada de la educación varía en el espacio (municipios) debido principalmente a la distribución heterogénea del capital humano y que, además, los retornos de la educación tienden a generar *spillovers* cuando existe dependencia espacial, lo que desemboca en una tasa de retorno social mayor a la privada.

Para contrastar nuestra hipótesis, el trabajo se divide en cuatro apartados: en el *primero* se sintetizan los principales elementos teóricos y de contextualización que sustentan nuestra propuesta analítica; en el *segundo* se expone una revisión estadística de las principales variables incluidas en la teoría del capital humano: Ingreso por hora, Educación y Experiencia, con la ayuda de herramientas disponibles dentro *Análisis Exploratorio de Datos Espaciales*; en el *tercer* capítulo, se lleva a cabo la estimación de las tasas de retorno privada y social por municipio, así como de las externalidades espaciales, considerando los efectos directos e indirectos. Y, por *último*, se presentan las conclusiones del estudio.

¹⁰ Esta palabra la traducimos como derramas. En este sentido, cabe señalar que por derramas debe entenderse la influencia del capital humano por encima y más allá del rendimiento individual que un individuo pueda percibir (Moretti, 2004).

¹¹ De acuerdo con Elhorst J. P (2011:1) Los efectos directos se pueden utilizar para probar la hipótesis de si una determinada variable tiene un efecto significativo sobre la variable endógena en su propia economía, y los efectos indirectos por otro lado, para poner a prueba la hipótesis de si existen o no *spillovers* espaciales

Antecedentes

*«Tan sólo por la educación puede el hombre llegar a ser hombre.
El hombre no es más que lo que la educación hace de él»*

(Immanuel Kant)

Las primeras ideas orientadas a lo que con el tiempo se conformarían como la teoría del capital humano, se pueden encontrar en la obra de autores clásicos¹², quienes pusieron de manifiesto que, cualidades humanas como conocimientos o habilidades adquiridas por los trabajadores, influyen en la actividad económica. Desde Adam Smith, se destacaba el papel de la educación y el aprendizaje a través de la experiencia (Sen A. 1998:70).

“La diferencia de talentos naturales en hombres diversos no es tan grande como vulgarmente se cree, y la gran variedad de talentos que parece distinguir a los hombres de diferentes profesiones, cuando llegan a la madurez es, las más de las veces, efecto y no causa de la división del trabajo. Las diferencias más dispares de caracteres, entre un filósofo y un mozo de cuerda, pongamos, por ejemplo, no proceden tanto, al parecer, de la naturaleza como del hábito, la costumbre o la educación” (Smith A. 2004:18)

Aunque como afirma Mark Blaug, no puede decirse que los clásicos tenían en sentido estricto una teoría como la actual, sino una especie de bosquejo de teoría, que permaneció en estado embrionario (Blaug M. 1976:580). No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX, que economistas tales como Theodore W. Schultz, Gary S. Becker, y Jacob Mincer, desarrollarían la teoría del capital humano.

Durante los años cincuenta, la teoría neoclásica habría de destacar la necesidad de acumulación como una condición necesaria para el crecimiento de los países, pero limitando ésta al crecimiento neto de la inversión física. Volviéndose una regla, el hecho de que, el Producto Nacional de un país se incrementa aproximadamente a la misma tasa a la que crece el capital físico. No obstante, con los años, la evidencia mostraría que esto no era del todo cierto.

¹² Si bien, ningún autor clásico emplea de manera literal el término “capital humano”, se anticipan en concepciones que llevarían a la formación del cuerpo teórico de la teoría del capital humano.

“Muchos estudios han demostrado que el crecimiento real del ingreso per cápita no se logra sólo por la acumulación de unidades convencionales de capital y de mano de obra, sino también por el cambio cualitativo de éstos...” (Rojas M. *et al.* 2000:114)

La discusión en torno a explicar la productividad derivó en dos corrientes: una que continuó con la idea de esclarecer las fuentes del crecimiento y otra centrada en las ideas de Theodore Schultz, quien buscó establecer la rentabilidad de la inversión en educación, en términos semejantes a los que se habían dado en la determinación de la rentabilidad del capital físico.

“La investigación empírica sobre el crecimiento, utilizando la propia metodología neoclásica, descubrió que una proporción significativa de la tasa de crecimiento de los países, en algunos casos más del 50%, no podía ser explicada sólo por cambios en el uso del capital y del trabajo, y que en el residual inexplicado (o de Solow) estaban los efectos de la educación... entre otros, que parecían ser los determinantes reales del proceso de crecimiento” (García B. 2001:7)

Por lo que Schultz propondría “...tratar la educación como una inversión en el hombre y tratar sus consecuencias como una forma de capital¹³. Como la educación viene a ser parte de la persona que la recibe, me referiré a ella como capital humano” (Schultz 1985, citado en Martínez 1997:13). Destacando que los factores fundamentales para el mejoramiento del bienestar de una población son la adquisición y el avance en el conocimiento “...la inversión en el mejoramiento de la calidad de la población puede aumentar... las perspectivas económicas y de bienestar de los pobres” (Schultz 1981: 17).

Por otro lado, Gary S. Becker, es considerado como el autor que sistematiza los aportes de Schultz. El punto de partida consistió en analizar los aportes realizados por Schultz, señalando la falta de elaboración de un conjunto de implicaciones empíricas, tarea a la cual se dedicaría. El libro de Becker (1964) *-Human Capital-*, tiene particular relevancia para la teoría del capital humano, pues es considerado como la obra que determina el nacimiento

¹³ El capital, en su significado más simple, es el conjunto de bienes de producción o el “conjunto de todos los factores de producción ‘producidos’” a un determinado costo, y sujetos a un valor variable con el uso (Leyva & Cárdenas 2002:80)

de ésta¹⁴. Otro artículo de suma importancia, es el de Mincer J. (1958), cuya novedad se centra en que empieza a proponer un modelo¹⁵ con el que se daría un respaldo empírico a la relación entre ingresos y escolaridad.

“Mincer... propuso que la inversión en capital humano influye en la trayectoria de ciclo de vida de la relación ingreso-edad y elabora una función ingreso que explica el salario real... de un trabajador en función de sus años de escolaridad... y de otras características productivas exógenas” (Rojas M., *et al.* 2000:117).

Con el paso del tiempo, el tema del capital humano se ha ido constituyendo como toda una línea de investigación por sí misma. Estudios posteriores a los trabajos de Mincer y Becker, han incursionado en esta teoría desde diversos ángulos, incluso donde la educación tiene un papel primordial en el crecimiento económico de las regiones (Uzawa, 1965; Lucas, 1988).

En términos generales, las distintas investigaciones han contribuido a la comprensión de los determinantes del ingreso mediante diversas construcciones metodológicas. Dentro de este acervo, para el caso de México, podemos destacar el trabajo pionero de Carnoy (1967). El cual concluye que las mayores tasas privadas y sociales de rentabilidad de la educación se dan en los grados de primaria y secundaria. Tendencia que comenzaría a modificarse a partir de los años ochenta, donde los rendimientos de la educación superior y media superior, resultaban ser mayores que los de la educación básica (Bracho & Zamudio, 1989).

En el nuevo milenio se han continuado haciendo esfuerzos por validar estas teorías también a nivel regional. Taylor & Yunez-Naude (2000) estiman los rendimientos de la educación controlando por actividades agrícolas y no agrícolas, por la educación del jefe de familia y del hogar, y por género, para Michoacán, Jalisco, Coahuila y Puebla. Sus resultados indican que el rendimiento de la educación por año, fue de 5.5 % durante el periodo 1993-1996.

¹⁴ Aunque el interés por la teoría del capital humano había crecido de manera importante entre los años 1955 y 1965, es una opinión extendida que la aparición del libro de Becker sentó las bases teóricas y empíricas de la misma (Ehrlich & Murphy, 2007: 2).

¹⁵ Grosso modo, como se verá en el transcurso de la investigación, el modelo estima los rendimientos de factores como la educación, su calidad y el impacto de la experiencia de los trabajadores sobre los salarios.

Por otro lado, Saucedo E. & Aguilera M. (2005), estiman los retornos económicos de la educación en los municipios de Veracruz. Basándose en los Censos Económicos de 1994 y 1999 y los Censos de Población y Vivienda 1990 y 2000. Sus resultados indican que la universidad tiene las mayores tasas de retorno y que, en general, dichas tasas disminuyeron entre 1990 y 2000.

Urciaga & Almendarez (2008) por su parte, estiman una ecuación básica y aumentada de Mincer, que considera una desagregación de los niveles de escolaridad y 13 ciudades del norte de México, utilizando información de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano (ENEU) de 2002. La versión restringida del modelo demuestra que los rendimientos de la educación han sido más para los hombres que para las mujeres, mientras que en el modelo extendido se concluye que los mayores retornos están asociados a elevados niveles educativos.

Como es posible apreciar, la evidencia empírica muestra un trasvase en los rendimientos educativos desde finales de los ochenta. Donde ahora los niveles más altos de escolaridad, son los que reportan mayor rendimiento. Montenegro C. & Patrinos H. (2014) por ejemplo, comparando las tasas de retorno para diversos países, encuentran que los retornos de la educación son de un 10 por ciento, por año de escolaridad. Siendo los rendimientos de la educación terciaria más altos que los retornos de la educación primaria o secundaria.

CAPÍTULO 1

La educación en la teoría del *Capital Humano*

«El más valioso de todos los capitales es el invertido en seres humanos»

(Alfred Marshall, Principios de Economía, 1890).

1.1 Sobre el Capital Humano

El tema de la educación¹⁶ y junto a él, la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas, han sido abordados desde diversas disciplinas de las ciencias sociales. Sin embargo, desde el enfoque de la ciencia económica, nos referiremos a su importancia como generadora de una serie de características que inciden en el nivel de ingreso de las personas. “Desde la perspectiva económica, la educación radica en un incremento del stock de calificaciones, conocimientos y comprensión de las personas o de la sociedad en su conjunto” (Leyva & Cárdenas 2002:80).

“...se conformó [la educación]¹⁷ dentro del análisis económico con los teóricos del capital humano, en la década de 1960; a partir de esta fecha se han desarrollado estudios empíricos acerca de: la tasa de retorno de la educación, el análisis de gasto en educación, el financiamiento, la vinculación de la educación con el sector productivo, entre otros factores...” (Cardona M. *et al.* 2007:9).

Se tiene entonces, que la teoría del capital humano se avoca principalmente a la explicación existente sobre la relación entre ingresos y educación. Es decir, engloba al trabajo calificado como un factor de la producción capaz de generar riqueza, no solamente a la persona que posee este capital, sino incluso a la sociedad.

“Los individuos más capacitados se pueden adaptar... y contribuir al progreso de la ciencia y la tecnología... aumentar su rendimiento y tener mejores empleos y

¹⁶ Con “educación” hacemos referencia a un proceso de largo plazo que juega un papel en el desarrollo del individuo y su comunidad; apoya el desarrollo económico, y conserva y mejora los valores culturales. Los objetivos cercanos, y generales de la educación proporcionan diferentes beneficios para la sociedad. Esta ayuda a la formación de una comunidad fuerte socialmente, que contribuye a un país a ser poderoso en su economía con ayuda de su fuerza productiva (Cebeci E. *et al.* 2015:917).

¹⁷ Palabras entre corchetes son añadidas.

más remunerados. La experiencia internacional ha demostrado que la acumulación de capital humano... y la actualización de conocimientos influyen... en el crecimiento de la economía, y que los efectos de la inversión en investigación y desarrollo son duraderos en casi todas las variables económicas” (Urciaga & Almendarez 2008:34).

Becker (1964), describe el capital humano, como el stock de conocimientos, habilidades y capacidades en los individuos, que resultan de la dotación natural y la posterior inversión en educación, formación y experiencia. Rosen (1999), por ejemplo, afirma que el capital humano es una inversión, “que la gente hace en sí mismos para aumentar su productividad” (Rosen 1999: 381).

Por lo que podemos entender actualmente¹⁸ al capital¹⁹ humano, como “...conocimientos, habilidades, competencias y atributos contenidos en individuos, que facilitan la creación de bienestar personal, social y económico” (OCDE 2007: 29). Es decir, la creación de este tipo de capital se interpreta como el mejoramiento en el desempeño de los trabajadores, resultado de niveles educativos mayores.

A su vez, este capital tiene una ventaja particular para quien lo posee, debido a que, en la forma de conocimiento, el trabajador al igual que el capitalista, cuenta con un mayor acervo para hacer uso de él (Schultz 1972:5-6). Lo cual repercute en la calidad de vida de los individuos pues “...la educación crea mejores ciudadanos y ayuda a elevar el estándar general de vida en una sociedad” (Olaniyan & Okemakinde 2008:479).

La acumulación de capital humano, tiende a generar beneficios en el entorno social de los individuos, propiciándose así, una especie de complementariedad, entre los efectos positivos de acumulación de capital humano de una región y el ingreso que le pueda reportar a los habitantes de esa comunidad, municipio, etc., la adquisición de más educación. Por lo que se podría argumentar, que la educación tiene un valor social mayor

¹⁸ Schultz en un inicio habría de definir al capital humano como “aquellos componentes cualitativos, que afectan la capacidad individual para realizar el trabajo productivo, los gastos introducidos para mejorar estas capacidades aumentan también el valor de la productividad del trabajo y producirán un rendimiento positivo” (Del Campo *et al.*, 2008:51)

¹⁹ De acuerdo con esta definición, es plausible considerar a los individuos como recurso de capital. Pero el ser humano no es productivo en sí mismo, se requieren inversiones sucesivas...” (Leyva S. & Cárdenas A. 2002:80)

que su valor económico individual. Pues la teoría del capital humano en un sentido más amplio, establece que la educación tiene beneficios sociales no solamente en lo económico, sino en lo social y en lo político, ya sea por inversiones por parte del estado o los individuos (Moretti 2004:2254-2259).

De esta manera, el tiempo dedicado a la educación, incrementa la posibilidad de mejores empleos e ingresos en una región. Es decir, es útil para la obtención de beneficios económicos sociales (Cardona M *et al.* 2007:20). Por otra parte, cabe agregar, de acuerdo con Stevens (2010), que el capital humano no debe ser entendido como el empleado que trabaja en la organización, sino que es algo que el empleado aporta a la organización y que ayuda a ésta a lograr el éxito.

“Las personas que han tenido poca educación también tienden a ser menos productivas y tienen más probabilidades de estar desempleadas y económica y socialmente marginadas que las personas con más educación” (World Bank, 1999:18).

A su vez, “...la inversión en capital humano puede (cuando menos parcialmente) compensar la tendencia hacia rendimientos decrecientes en la inversión en capital fijo” (O’ Connor & Lunati, 2002:285). De tal manera que es sensato hablar de invertir en capital humano, como la equivalente a la inversión en capital fijo (Stevens & Weale, 2003:1).

Es decir, de acuerdo con Becker, la educación, es capital, en el sentido que contribuye a incrementar los ingresos. Un gran número de estudios de diversas partes del mundo, muestran que el retorno de un año adicional de escolaridad²⁰ es positivo, y el rango oscila entre el 5 por ciento en los países desarrollados al 29 por ciento, en los países en desarrollo (Psacharopoulos, 1985; 1994).

Las personas, al decidir si desean o no, obtener un grado más elevado de escolaridad, ponderan el mayor salario que esperan recibir, por el costo de oportunidad²¹ de continuar

²⁰ Aunque puede argumentar que la educación y escolaridad son distintos, se hablará de ellos como sinónimo en este documento.

²¹ Según Blaug, el concepto de capital humano, lleva implícita la idea de que las personas gastan parte de sus recursos (sobre todo dinero y tiempo) en sí mismas, de muy diversos modos. Pero que incurren en estos gastos no por el disfrute presente que les pueda reportar ese gasto, sino porque poseen la expectativa de posibles ingresos futuros. (Blaug M. 1976:828-830).

sus estudios, como podría esperarse de una inversión en un capital físico. “El capital humano... Es capital, porque estos talentos o educación son una parte integral de nosotros de larga duración, de la misma forma que duran una máquina, una planta industrial o una fábrica” (Becker G., 2004:77). Cabe destacar que si bien “...la educación no es la única forma de capital humano... es reconocida como una de las principales componentes de la inversión humana” (Schultz, 1981, citado en Pantoja F. 2010:50).

“Hay tres componentes principales del ‘capital humano’... la capacidad temprana (ya sea adquirida o innata); cualificaciones y conocimientos adquiridos a través de la educación formal; y habilidades, competencias y conocimientos adquiridos a través de la formación en el trabajo” (Blundell R. *et al.* 1999:2)

Como es posible apreciar, la literatura existente, señala diversas interpretaciones sobre el concepto de capital humano. Sin embargo, se pueden destacar rasgos constantes. Becker (2002), Bildirici, M. *et al.* (2005), y Han T-S. *et al.* (2008), identifican algunos elementos clave de capital humano, que se encuentran comúnmente en la literatura: el conocimiento, competencia, experiencia, ideas creativas, las actitudes hacia el trabajo y la vida, la salud del individuo, educación, innovación, características innatas y creatividad.

No obstante, es pertinente señalar que a su vez, inciden paralelamente diversas características como: el entorno sociocultural, la ciudad de residencia, la institución educativa, el desarrollo económico y sobre todo una demanda creciente de personas educadas (de no ser así, puede que se incentive a la sociedad a no educarse, lo cual no sería ningún beneficio) entre otras. Por lo que podemos decir que la pregunta central de la teoría del capital humano se encuentra en tratar de discernir hasta dónde se podría explicar la calidad del trabajo a partir de la inversión en capital humano

1.2 Tasas de Retorno

Como ya se ha mencionado, a mediados de los años sesenta del siglo pasado, comenzó a surgir evidencia respecto a que los trabajadores con mayor educación eran recompensados con salarios más elevados, a diferencia de aquellos con menor educación. Por lo cual, si la educación aumentaba los ingresos, ésta era rentable desde una perspectiva privada. “Los resultados empíricos sugieren... que la educación confiere ventajas salariales significativas para los individuos” (Blundell *et al.* 1999:3).

De esta manera, se intentó explicar la inversión en educación desde el punto de vista de la demanda, estimando sus tasas de rendimiento, pues "...las tasas de rendimiento proporcionan el resumen más conveniente y completo de los efectos económicos de la educación" (Becker G. 1964:161). Por lo que entonces, "La inversión en educación, como todas las inversiones, puede ser juzgada en términos de sus tasas de retorno..." (Glewwe P. 1996:268). Ya que bajo el supuesto de que la educación es efectivamente una inversión, la teoría del capital humano trata de estimar la tasa de rendimiento de la educación (Morales-Ramos E. 2011:1).

"Mincer (1974) demostró que si el único costo de asistir un año adicional a la escuela es el costo de oportunidad... de los estudiantes, y si el aumento proporcional de los ingresos causados por esta educación adicional es constante durante toda la vida, entonces el registro de los ingresos sería linealmente relacionada con los años de escolaridad de los individuos, y la pendiente de esta relación podría interpretarse como la tasa de retorno de la inversión en educación" (Krueger & Lindahl 2001:1103)

Con el tiempo se comprobaría que la educación también tiende a generar beneficios para la sociedad, por su influencia, por ejemplo, en el crecimiento económico (Lucas 1988; Romer 1990)²², lo que llevó a la estimación de las llamadas tasas de rendimiento social. Es decir, grosso modo, "La tasa de retorno de la educación, es una medida del futuro pago económico neto a un individuo o la sociedad por incrementar el monto de educación tomada"²³ (Carnoy M. 1994:4913).

²² Robert Lucas retomaría el papel del capital humano en el crecimiento económico argumentando que el aumento del capital humano a través de los procesos de educación y formación transforma el entorno en que las empresas realizan sus actividades productivas y de generación de capital (Sala-I-Martin 2000). Lucas: "...pone especial énfasis en el capital humano como factor preponderante detrás del crecimiento de los países. Asume dos factores de producción, capital humano y capital físico. Ambos factores se pueden acumular y se asumen retornos constantes en la función de producción... lo que genera crecimiento endógeno." (Vergara 1997:130)

²³ Aunque es cierto que "...es inquietante medir el impacto real de un año más de escolaridad y comprobar cuánto beneficia al individuo, cuánto a la sociedad y hasta dónde son medibles sus 'frutos' directos e indirectos. La conducta de un individuo probablemente está determinada por su ingreso, al igual que la sociedad, por la tasa de crecimiento económico; consecuencia simple para preguntarse: ¿la educación conduce a una tasa de crecimiento económico alta? Muchos estudios coinciden en afirmarlo... En este punto es deseable alejarse del debate de causalidad, el huevo o la gallina es un tema de nunca acabar" (Pantoja F. 2010:53)

En consecuencia, las tasas de rendimiento de la educación, se convertirían en un instrumento relevante dentro de las decisiones de política de gasto público. “Desde el punto de vista de diseño de política económica... poder establecer cuál es el impacto privado y social que se deriva del incremento de, por ejemplo, un año de escolaridad en un individuo resulta de vital importancia” (Barceinas F. 2002:334).

Diversos estudios dejarían en evidencia que un incremento en el capital humano de las personas no sólo tiene un efecto sobre su nivel de ingreso, sino que además “...una distribución desigual del capital humano podría ser la causa principal de las diferencias regionales en los niveles de productividad y el desarrollo económico en general.” (López-Bazo E. & Moreno R. 2007:25). Por lo que “...el conocimiento de la tasa de retorno sobre las inversiones efectuadas en educación... puede proveer un elemento importante en la evaluación de la eficiencia del sistema” (Riveros L. 1984:191).

“La información que proporcionan... [las tasas de retorno] puede ser de utilidad en la toma de decisiones de la planeación del gasto educativo en lo referente a dónde (ciudad o medio rural), durante cuánto tiempo y en qué orientación del curriculum... poner mayor cantidad de recursos, si se acompaña de análisis prospectivos de requerimientos de recursos humanos por parte del sector productivo” (Llamas I. 1999:382)

Como destacan Leyva & Cárdenas (2002), la literatura en torno al estudio del comportamiento de las tasas de rendimiento educativo, puede brindar información relevante sobre el camino de la política educativa, ya que una de las características de la tasa de rendimiento, es que esta puede señalar, la demanda de servicios educativos.

“Para que el sistema funcione de manera eficiente ha de incrementarse la oferta de educación en campos de estudio que en la actualidad ofrecen una elevada tasa de rendimiento. Sin embargo, la eficiencia es sólo uno de los objetivos... han de pesar también las consideraciones de equidad. En parte por esta razón, que generalmente los economistas defienden algún grado de financiamiento público de la educación” (Leyva & Cárdenas 2002:81)

Derivado de lo anterior, cabe destacar que no es posible hablar de un consenso general acerca del impacto de la escolaridad en el ingreso de las personas, dada la heterogeneidad

de las regiones, los requerimientos de estas en términos de crecimiento y desarrollo y, por ende, del capital humano en las mismas.

Este es uno de los principales problemas en el análisis empírico. Es decir, se ignora la influencia de la localización geográfica sobre el proceso de crecimiento²⁴ y ello puede generar resultados sesgados, y por lo tanto conclusiones engañosas (Fingleton & López-Bazo 2006:178). Ya que, suponiendo que el conocimiento es esencial en el proceso de crecimiento, esto implicaría, que diferentes regiones tienen distintas perspectivas de crecimiento dadas las diferencias en la accesibilidad del conocimiento (Karlsson C. *et al.* 2009:03).

1.2.1 Tasa de Retorno Privada

Dentro del modelo económico estándar, la adquisición de educación o mayores conocimientos, es entendido como un proceso de inversión, en el cual los individuos sacrifican una parte de sus ingresos (y/o tiempo), durante el período que dure su educación y formación, a cambio de un aumento en las ganancias futuras. “La existencia de altas tasas de rentabilidad privada de la educación constituye un incentivo para que los individuos inviertan en capital humano” (Blundell, 1999:14). Es decir, son una guía para las personas, en cuanto a la decisión de continuar o detener su formación educativa.

Estas personas, decidirán entonces recibir educación adicional (es decir, invertirán en su propio capital humano) si los costos (ya sea como gastos de matrícula, ingresos o salarios no percibidos durante el periodo de estudios, o bien el tiempo en entrenamiento o capacitación, etc.) se compensan con los ingresos esperados al término de su educación (Blundell 1999). “Por el lado de los costos, los beneficios privados tienen en cuenta los costos de escolarización incurridos por individuos (o familias a nombre de los estudiantes) ...” (Mingan & Tan 1996:1).

²⁴ Incluso si la importancia teórica de la geografía en los procesos de desarrollo económico ya estaba clara hace más de dos siglos (véase por ejemplo el libro 1, capítulo 3 de Smith, 2004), la intención de incluir la dimensión espacial en las teorías de crecimiento es reciente, nace como un esfuerzo por analizar los problemas sociales desde una dimensión espacial, la cual “...se orienta a tomar en cuenta la localización de la actividad económica...” (Asuad, 2014: 279)

Es decir, los individuos pensarán en obtener una mayor educación, por un número de razones que al final, incrementarán o potenciarán sus habilidades y conocimientos. Con lo que se darán beneficios como: un mayor tiempo de vida en los ingresos netos percibidos durante el periodo laboral o también beneficios no necesariamente pecuniarios (Venniker R. 2001). En este sentido, "...la educación tiene un rendimiento privado porque transfiere la riqueza de los menos a los individuos más calificados..." (Lange F. & Topel R. 2004:3).

Es decir, las tasas de retorno privado "...incluyen solamente los beneficios privados y costos privados..." (Kimenyi M. *et al.* 2006:1-2) de un año o nivel adicional de educación de los individuos (con el que se supone su productividad se ve incrementada). La tasa de rendimiento privado se utiliza para describir la demanda de educación y evaluar los efectos de equidad de los gastos en educación pública (Psacharopoulos 1994, 1995). Cabe señalar también, que cuando se estiman estas tasas, normalmente se asume, que los rendimientos de un individuo serán independientes de las dotaciones de capital humano de otros.

1.2.2 Tasa de Retorno Social

Como se abordó en la sección anterior, los rendimientos privados de la educación, hacen referencia, grosso modo, a la rentabilidad individual de avanzar cierto nivel educativo y bajo esta idea, los únicos costos que se consideran en su cálculo, son los costos de oportunidad. Sin embargo, "...existe otro costo importante que se refiere concretamente a los ejercidos por el sector público para financiar la educación..." (Barceinas F. 2002:368).

La consideración de estos, nos llevaría al cálculo de las tasas de rendimiento social. La tasa de retorno social toma en cuenta los costos y beneficios de la inversión en educación desde el punto de vista del gobierno (Psacharopoulos 1994, 1995). "En la estimación de las tasas sociales de retorno, los costos incluyen, además de los ingresos sacrificados, los gastos del gobierno, las colegiaturas y otros costos como los de transporte, etc." (Llamas I. 1999:382).

Cabe señalar que, el hecho de que los empleadores paguen por ejemplo, a los trabajadores individuales, entre un ocho y doce por ciento más, por año adicional de escolarización no implica necesariamente que el aumento de la educación promedio en una ciudad (estado o

nación) en un año, se traduzca también en un ocho o doce por ciento de aumento en las ganancias, como un agregado (Moretti 2003:9).

“Los rendimientos sociales de la inversión en educación podrían pensarse como la suma de los rendimientos privados; no obstante, ello sería simplificar los beneficios imperceptibles que el individuo recibe y construye tanto en el círculo educativo como en la vecindad social...” (Pantoja F. 2010:53).

La tasa de retorno social de la educación, puede ser entendida como el incremento en los ingresos promedio por cada año adicional de educación alcanzado por los habitantes de cierta zona en su conjunto, “... el retorno económico ‘social’ de la educación representa la suma de todos los beneficios ‘*pecuniarios*’ que acumula la sociedad como resultado de un incremento general en el nivel educativo” (Moretti, 2003, citado en Pantoja F., 2010:57). Y estos retornos, en términos de política de gasto público, “...son útiles, porque proveen un indicativo de, en cuál sector del sistema de educación el gobierno podría invertir” (Kimenyi M. *et al.* 2006:2).

Cabe agregar, además, que “Los retornos privados y sociales de la educación pueden diferir...” (Moretti E. 1998:1). Lucas (1988), Romer (1989), Moretti (2004), y otros autores, han demostrado que el beneficio social del capital humano se refleja sólo en parte en los rendimientos privados de la educación. Siendo por lo regular los beneficios sociales del capital humano mayores que los privados ya que poseerían externalidades (Blundell *et al.* 1999:14), lo que podría ocurrir, por mencionar un ejemplo, si la educación condujera al progreso tecnológico, el cual no es acotado en el retorno privado (Krueger & Lindahl 2001:1107).

1.3 Externalidades

La posibilidad de que el retorno social del capital humano, difiera de su rendimiento privado en presencia de externalidades, tiene relevancia tanto teórica como empírica. Teórica, porque refrendaría teorías por las cuales, desde Lucas (1988), algunos economistas han basado parte de la explicación del crecimiento económico; y empírica, porque la magnitud de la rentabilidad social de la educación, es una herramienta fundamental para evaluar la eficiencia de la inversión pública en educación, ya sea por parte del gobierno federal,

estatal, o del local²⁵ (Gemmell, 1997; Heckman & Klenow, 1998). “En la visión de Lucas, las externalidades de capital humano pueden ser lo suficientemente grandes como para explicar las diferencias de ingresos de largo plazo entre los países ricos y pobres” (Moretti 2003:10).

La idea de que la difusión de conocimientos y las externalidades del capital humano, se consideren esenciales para explicar las diferencias en las tasas de crecimiento de los países, así como las diferencias en el desarrollo regional (Gennaioli *et al.* 2013), ha generado una serie de estudios empíricos que examinan si las externalidades de capital humano, pueden ser consideradas como una fuente de diferencias regionales en cuanto a productividad.

Sobre este aspecto, Dessus S. (2001) considera que la importancia del capital humano para el desarrollo económico, depende también de la calidad de la educación, la infraestructura educativa, la dotación inicial en capital humano, así como de la capacidad del sistema para distribuir servicios educativos por igual dentro de la población.

Uno de los argumentos a favor de la educación pública, proviene del reconocimiento de que la educación no sólo premia a la persona educada, sino que también crea una variedad de beneficios que son compartidos por la sociedad. Por lo que, la existencia de externalidades del capital humano sugiere que el aumento de educación de una persona tendrá algún impacto no sólo en los ingresos para ese individuo, sino también en los ingresos de otras personas (Schultz, 2004; Weir & Knight, 2004).

De esta manera, el stock de capital humano local, es probable que sea una fuente importante de diferencias geográficas (Winters J. 2012: 1). Jacobs (1969), por ejemplo, señala su influencia para el caso de las ciudades; las cuales, se forman por la concentración geográfica de diversas actividades y personas altamente calificadas. Ya que las ciudades reducen el costo de la transferencia de conocimientos.

²⁵ Cabe mencionar, que el alcance geográfico de las externalidades no tiene por qué ser el mismo para todos los tipos de externalidades, el retorno social para una ciudad no tiene por qué ser igual a la rentabilidad social para un municipio, estado o país. Esto es importante por las implicaciones políticas que las externalidades conllevan. Por ejemplo, si las derramas de la escolaridad tienen un alcance geográfico más amplio, de modo que sus beneficios se realicen a nivel nacional, se podría entonces argumentar en favor de la participación federal en la educación pública (Moretti, 2004).

Lucas (1988) por su parte, enriquece las contribuciones de Jacobs, respecto a la aglomeración de personas calificadas, en términos de las ventajas de localización que se derivan de las externalidades del capital humano. Formalizando el papel de las áreas urbanas densas, que tienden a concentrar el capital humano, generando *spillovers* de conocimiento (Mellander C. & Florida R. 2012:16).

Como plantean Rosenthal & Strange (2004:2121), las fuerzas que conducen a la concentración tanto de las actividades industriales en clusters, como las actividades económicas en general, agregadas en ciudades, son conocidas desde Marshall (1890) como economías externas o externalidades²⁶. Marshall argumentaba que, en el interior de las ciudades, las habilidades y el conocimiento están disponibles “en la atmosfera”²⁷.

“De acuerdo a este autor [Marshall] una vez que una industria especializada ha seleccionado una localidad para establecerse es probable que permanezca mucho tiempo, de ahí que sean grandes las ventajas de la población adquiridas por su capacitación y conocimientos dados por su proximidad espacial e intercambio... su desarrollo evolutivo propicia derramas de conocimiento...”
(Asuad N. 2014:169)

Pudiendo llegar a convertirse las ciudades, en motores del crecimiento económico. Cómo señala Moretti, las “...ciudades con un gran porcentaje de trabajadores interconectados... se convertirán en las nuevas fábricas donde se forjarán las ideas y conocimientos” (Moretti, 2012:215).

“El aprendizaje a través de la interacción social es frecuentemente citado como el mecanismo a través del cual surgen las externalidades. Marshall (1890) es el primero en argumentar que la interacción social entre trabajadores de una misma industria... crea oportunidades de aprendizaje que mejoran la productividad”
(Moretti 2004:2256)

²⁶ Alfred Marshall fue el autor que empleó inicialmente el concepto de externalidad en la teoría económica, para argumentar que una economía externa surge del desarrollo general de una industria y especialmente de la concentración de varias empresas de giro similar en localidades específicas (Marshall 1964:150).

²⁷ Alfred Marshall, a finales del siglo XIX, señalaba que la presencia conjunta de empresas de un mismo sector y en la misma área creaba una “atmósfera industrial” de “mutua confianza y conocimiento” capaz de sostener e impulsar a la industria local (Sangines J. 2013:91).

Es decir, Jacobs (1969) y Lucas (1988), sugieren que las concentraciones de capital humano generan ventajas en la productividad, lo que conduce a mayores niveles de crecimiento económico en las regiones donde estas concentraciones se dan lo cual, a su vez, les hace ganar ventajas adicionales; por ejemplo, respecto a las comodidades que pueden ofrecer a las personas, generando una atracción e interacción de individuos altamente calificados (Stolarick K. *et al.* 2012:8-9)

Otros estudios, refieren que el capital humano es de hecho cada vez más concentrado, Berry & Glaeser (2005), por ejemplo, documentan la creciente disparidad en los niveles de capital humano, señalando que la distribución de este tipo de capital, ha pasado a ser relativamente más divergente sobre todo en las regiones metropolitanas (Stolarick K. *et al.* 2012:7). Y que incluso existen razones para creer que tal comportamiento continuará (Shapiro 2006).

“En las próximas décadas... la importancia de la geografía y de las fuerzas de aglomeración en la determinación de la ubicación de capital humano seguirá creciendo. El número y la fuerza de los centros cerebrales de un país determinarán si va a prosperar o declinar” (Moretti, 2012: 215)

Rauch J. (1991, 1993), por ejemplo, en relación a su impacto en los salarios, muestra que los salarios individuales aumentan significativamente con el stock local de capital humano; indicando que los rendimientos de la educación en un nivel regional, benefician la productividad más allá de la suma de retornos privados. Este autor, encuentra que el aumento de un año de estudio, en el promedio educativo de las localidades, aumenta los ingresos individuales en un 3.2 por ciento (Rauch J. 1991:21).

Moretti (2004), Wheeler (2006) y Rosenthal & Strange (2008) entre otros, proporcionan a su vez evidencia de que los salarios individuales se elevan entre un 1 por ciento y un 3 por ciento, con cada porcentaje adicional de trabajadores altamente calificados dentro de una población local. Estos resultados han sido consistentes con la hipótesis de que la concentración geográfica del capital humano, crea condiciones favorables para el intercambio de conocimientos y nuevas habilidades.

1.3.1 Externalidades Positivas

Aunque se han desarrollado diversas explicaciones de las externalidades positivas (es decir, que conllevan un beneficio social); en términos generales, podemos hablar, de tres tipos, los cuales se han identificado en la literatura: a) Externalidades tecnológicas, b) Externalidades pecuniarias, y c) externalidades que no son de mercado.

Externalidades Tecnológicas. Se les denomina externalidades tecnológicas, debido a que éstas se asocian con la difusión tecnológica entre empresas y, en consecuencia, con el impulso del progreso técnico. Un ejemplo importante es el artículo de Lucas (1988), en el cual se asume que el capital humano tiene dos efectos: 1) el efecto general de incrementar su propia productividad; 2) el nivel promedio de capital humano agregado contribuye a la productividad de todos los factores de la producción.

En este segundo efecto se da una externalidad, porque, aunque todos se beneficien de ella sin ninguna decisión individual de acumulación de capital humano, puede tener un efecto apreciable en el nivel promedio de capital humano agregado, por lo que ningún individuo lo tomará en cuenta al decidir qué tanto deberá invertir en capital humano (Moretti 2004: 2257).

De acuerdo con Lucas (1998), la proximidad física de los trabajadores con educación, puede incidir en un mejor intercambio de ideas, innovación, y adopción de tecnología, de manera más rápida. Por lo tanto, un aumento en el stock de individuos calificados aumenta la productividad local a través de externalidades de capital humano y/o derramas tecnológicas (Moretti 2003:5).

Externalidades Pecuniarias: Respecto a las externalidades pecuniarias, se pretende utilizar el concepto de externalidades pecuniarias de conocimiento (Antonelli & Barbiellini, 2012), que enfatiza la necesidad del desarrollo de las capacidades internas para lograr la apropiación de conocimiento externo; la existencia de complementariedad entre fuentes internas y externas de aprendizaje.

Es decir, surgen de las interacciones de mercado y no de efectos directos sobre las posibilidades de producción (Acemoglu, 1996). Los trabajadores invierten en capital

humano, que depende de la probabilidad de estar empleado. Las empresas deciden si se debe crear un trabajo o no, antes de saber que por fin van a emplear. Una fuerza de trabajo más educada incrementará las ganancias esperadas por la vacante abierta, induciendo la creación de empleo en determinadas áreas. Al mismo tiempo, el aumento de capital humano promedio, aumenta la probabilidad de los trabajadores de encontrar un empleo (Díaz A. 2013:6).

La presencia de trabajadores calificados en una ciudad genera beneficios externos para otros trabajadores. Tanto Lucas como Acemoglu, concuerdan en que el salario promedio de los trabajadores no calificados en una ciudad, aumenta con el capital humano promedio de la fuerza laboral (Moretti 2003:11).

Otra vía mediante la cual un mayor nivel de capital humano en una ciudad podría generar externalidades pecuniarias; es cuando el incremento de trabajadores educados favorece la oferta de bienes intermedios especializados, dando lugar a un aumento de la productividad de las empresas. Asimismo, la existencia de trabajadores calificados puede estimular una más extensiva división del trabajo, aumentando la productividad agregada. Esto último asociado a las ventajas de contar con un mercado conjunto de trabajadores calificados.

Externalidades que no son de mercado. Este tipo de externalidades también pueden surgir de la mejora de las oportunidades para el aprendizaje y el intercambio de ideas. Heuermann (2009:2) sostiene, que se pueden dar mejoras sobre oportunidades de empleo derivado de niveles más altos de educación, los cuales mejoran el flujo de información. Es decir, que la información relacionada con el trabajo se difunde con mayor rapidez y de manera más eficaz en donde existe la focalización de elevado capital humano.

Dado que el flujo de información está fuertemente localizado, las regiones con mayor proporción de trabajadores educados podrían exhibir un mejor flujo de la información relacionada con el trabajo y por lo tanto mejores resultados laborales locales. Cabe señalar a su vez, que la diferencia entre las externalidades tecnológicas y este tipo de mecanismo es que el primero se refiere a la difusión del conocimiento como de carácter tecnológico puro (es decir, proporciona información sobre el proceso de producción), mientras que las últimas se refieren a la difusión de conocimientos sobre las vacantes, trabajos y carreras. (Díaz A. 2013:6).

“En general, un aumento en la oferta relativa de trabajadores calificados en un mercado local genera beneficios externos para otros trabajadores ya que las empresas responderán creando más vacantes como la productividad en la localidad aumente, o porque las ganancias que las empresas esperan son altas, o como consecuencia de la mejora del flujo de información... y menores costos de información. En este caso, ambos calificados y no calificados se benefician por el aumento de la oferta relativa de trabajadores calificados” (Díaz A. 2013:7)

La literatura también identifica otras externalidades que no son de mercado, como: la disminución de los índices de criminalidad, mejoras en la salud y la longevidad, la fertilidad, la participación política, impuestos, medio ambiente y la desigualdad (Moretti, 2004). Moretti sostiene que la educación puede reducir la probabilidad de incurrir en actos que generan externalidades negativas²⁸, cita como ejemplo el efecto de la educación en la reducción de las actividades criminales o delictivas.²⁹ Manifiesta que, si la educación tiende a reducir los incentivos a cometer crímenes, entonces las ciudades con mayor proporción de gente educada deben gozar de menores índices delictivos y, por ende, de menores costos sociales asociados a dichos actos (Moretti 2004: 2259-2260).

Asimismo explica que una ciudadanía más educada tiende a participar más en la vida política y en temas de interés común y a tomar mejores decisiones sobre aspectos que afectan a la colectividad. En ese sentido, las ciudades, estados y/o regiones con población más educada deben, en teoría, elegir mejores representantes, y a su vez, incidir en el diseño y ejecución de mejores políticas públicas que, finalmente, se traducen en un beneficio social.

“Una sociedad estable y democrática es imposible sin un grado mínimo de alfabetización y conocimiento... La educación puede contribuir en ambos. En consecuencia, el beneficio de la educación de un niño no sólo beneficia al niño o a sus padres, sino también a otros miembros de la sociedad... Existe por consiguiente un significativo ‘efecto de vecindad’...” (Friedman (1962), citado en Moretti 2004:2260).

²⁸ Cabe mencionar que es posible que existan externalidades negativas del capital humano, que hagan que el rendimiento privado de la educación sea mayor al social. Respecto a este punto se vuelve más adelante.

²⁹ Esto puede ser resultado de una mayor conciencia por parte de los ciudadanos más educados, hacia el bienestar común, pero también una mejor posición económica de la misma, derivada de una mayor productividad e ingresos individuales ante dicha calificación.

1.3.2 Externalidades Negativas

Las externalidades no necesariamente son positivas. Existen mecanismos de impacto, sobre el salario y la producción, que pueden contrarrestar la idea de que estas sean siempre positivas. En ese sentido, las externalidades negativas pueden aparecer cuando el rendimiento individual de la educación es mayor al social. En este caso extremo, el retorno a la educación privada sería entre un 8 y 12 por ciento, pero el rendimiento social sería de cero (Moretti, 2003:12).

Es decir, si el nivel de educación de los trabajadores aumenta, los empleadores podrían elevar su nivel de contratación sin ningún efecto positivo sobre la productividad. Por lo que la rentabilidad social de la educación sería negativa: la educación se convierte en un costo social, particularmente para los trabajadores no calificados. En suma, si la educación actúa sólo como una señal, las oportunidades de empleo para los trabajadores menos calificados disminuyen, porque los empleadores aumentarían sus normas de contratación.

Esta idea se encuentra contenida en la denominada: *Teoría de la Señalización*. “La Teoría de la Señalización... se ha denominado también como la teoría rival y compendio de todas las críticas a la teoría del capital humano” (Pantoja F. 2010: 51). Buscando responder a preguntas como: ¿son los individuos más productivos, los más educados? o ¿una mayor educación ayudaría a discernir entre los individuos más y menos productivos? Esta teoría argumenta que la educación tiene como principal objetivo el proporcionar información sobre algunas características de los potenciales trabajadores a los dueños de las empresas (Arrow, 1973; Spence, 1973; Stiglitz, 1956).

“...si la educación es considerada... como una señal, la acumulación de capital humano no se traduciría forzosamente en un incremento de la productividad de la fuerza de trabajo. Podría incluso pensarse, en este caso, que las inversiones educativas no generan un beneficio para la economía” (Kido A. & Kido M. 2014:724)

No obstante, a pesar de estas disparidades, de acuerdo con Raymond & Barceinas (1999) las dos teorías son equivalentes. Aunque por supuesto, con implicaciones prácticas opuestas a nivel de la sociedad y todavía más allá de manera regional, como así lo señalan

algunos trabajos para México. Por ejemplo, Alvarado J. (1999), prueba el modelo de señalización para la ciudad de Monterrey y su área metropolitana.

Los resultados soportan la existencia de señalización, pero siendo más significativa a nivel de empresa que en el mercado de trabajo y para niveles superiores al bachillerato. Por otro lado, la investigación de Mehta y Villarreal (2005), arroja evidencia a favor del modelo de señalización, pero sólo en el caso de los trabajadores con educación primaria y en el ámbito urbano, situación que no sucede para los trabajadores del sector rural (Kido A. & Kido M., 2014:725)

Por lo que probablemente la teoría del capital humano, es válida para los niveles educativos básicos. Debido a que el propósito de la educación primaria y secundaria es enseñar en cada área de conocimiento, las habilidades necesarias para desempeñarse en la vida diaria y el trabajo. El efecto entonces, de tal conocimiento, en el incremento de la productividad de las personas, debe ser mayor en estos niveles educativos e incluso en la mayoría de las regiones del país, considerando la política de cobertura de educación básica del gobierno.

Por el otro lado, puede esperarse que exista señalización con la educación superior, porque los puestos de trabajo asociados con niveles como licenciatura o maestría, requerirían habilidades más complejas. De acuerdo con Spence (1973), los trabajadores más capaces siempre elegirán invertir en educación superior para “señalizar” correctamente su alta productividad y los menos capaces elegirán niveles educativos menores.

No obstante, derivado de los estudios de Barceinas & Raymond (2003); y Kido A. & Kido M. (2014); a pesar de que en el mercado laboral mexicano existen rasgos de señalización, la balanza se inclina más en favorecer un modelo de capital humano. Por lo que esta teoría, continuaría siendo una parte importante para explicar los salarios en México, a través de la estimación de las tasas de retorno; y el análisis de sus respectivas variaciones sobre todo en un plano local.

CAPÍTULO 2

Análisis Exploratorio de Datos Espaciales³⁰

«Es un error capital el teorizar antes de poseer datos. Insensiblemente, uno comienza a deformar los hechos para hacerlos encajar en las teorías en lugar de encajar las teorías en los hechos»

(Sherlock Holmes, Escándalo en Bohemia)

Considerando que se cuenta con datos espaciales³¹, en el presente capítulo procedemos a realizar el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, *Exploratory Spatial Data Analysis*)³² de las variables tradicionalmente relevantes en la estimación de las tasas de retorno: Capital Humano (escolaridad), Ingreso por Hora y Experiencia. Las herramientas incluidas en el ESDA, tienen el objetivo de brindarnos información sobre el comportamiento de cada variable, así como también, sobre la relación existente entre ellas.

Es decir, nos ayuda a determinar los casos anómalos (*outliers*), esquemas de asociación espacial, y agrupamientos espaciales; y brinda al mismo tiempo, la posibilidad de comprobar supuestos para la aplicación de tests estadísticos (García *et al.* 2013:145). Así como establecer hipótesis sobre las posibles relaciones en el espacio (externalidades asociadas con la proximidad o la distancia) (Lobao *et al.* 2007:8). Lo que nos permitirá indagar si la distribución espacial del capital humano, ingreso por hora y experiencia, en los municipios, es resultado de un proceso aleatorio o si muestra indicios de un proceso bien definido, el cual genera zonas con distintos grados de concentración.

De acuerdo con Anselin (1999:68-69), cuando los fenómenos socioeconómicos “se basan en datos espaciales... se requieren técnicas especializadas de estadística espacial”. Por lo que un aspecto de suma importancia en el análisis espacial, es la visualización del fenómeno a analizar sobre el mapa geográfico. La geovisualización, puede ayudarnos a identificar áreas que resaltan la divergencia en los grados de concentración de nuestras

³⁰ El análisis exploratorio se considera indispensable al momento de realizar las primeras aproximaciones al estudio de la estructura de la información socioeconómica-espacial.

³¹ Un dato espacial puede ser definido como la observación de una variable asociada a una localización del espacio geográfico (Acevedo I. & Velásquez E. 2008:12).

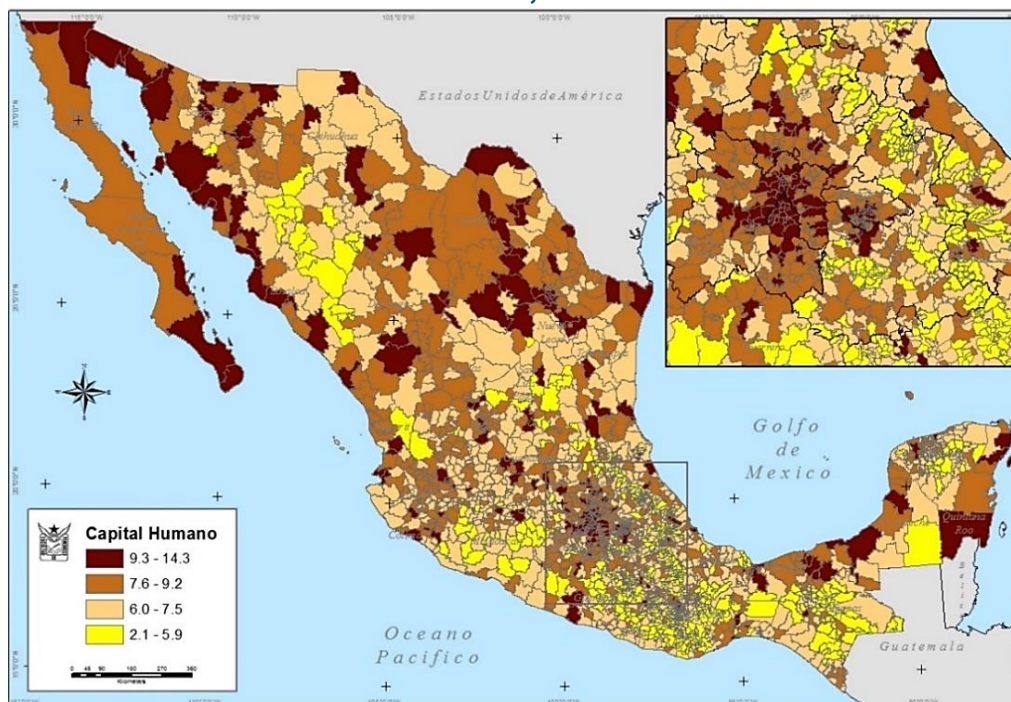
³² El ESDA se utiliza para identificar relaciones sistemáticas entre variables, o dentro de una misma variable, cuando no existe un conocimiento claro sobre su distribución en el espacio geográfico (Acevedo I. & Velásquez E. 2008:12).

variables. De esta manera, a diferencia del análisis tradicional; en el análisis ESDA los mapas cobran particular importancia, pues permiten responder preguntas tales como: ¿En qué zona se encuentran los casos atípicos observados en el *Box-Plot*? o bien ¿Cuáles son los patrones y las asociaciones espaciales en el conjunto de datos?³³.

2.1 Análisis de la distribución espacial

Comenzamos nuestro análisis con los mapas de cuantiles. En los mapas de cuantiles, los datos se dividen y agrupan en una serie de categorías (cuantiles) con igual número de observaciones o unidades territoriales. De esta manera, si se divide en 4 grupos será un mapa de cuantiles (como en nuestro caso). Este mapa es una representación cartográfica de la variable a estudiar que, mediante colores, pone el valor de la misma sobre cada espacio de la región de estudio (García *et al.* 2013:146). Las áreas más oscuras indican un mayor nivel en los valores. Por el lado contrario, las zonas más claras, indican valores más bajos.

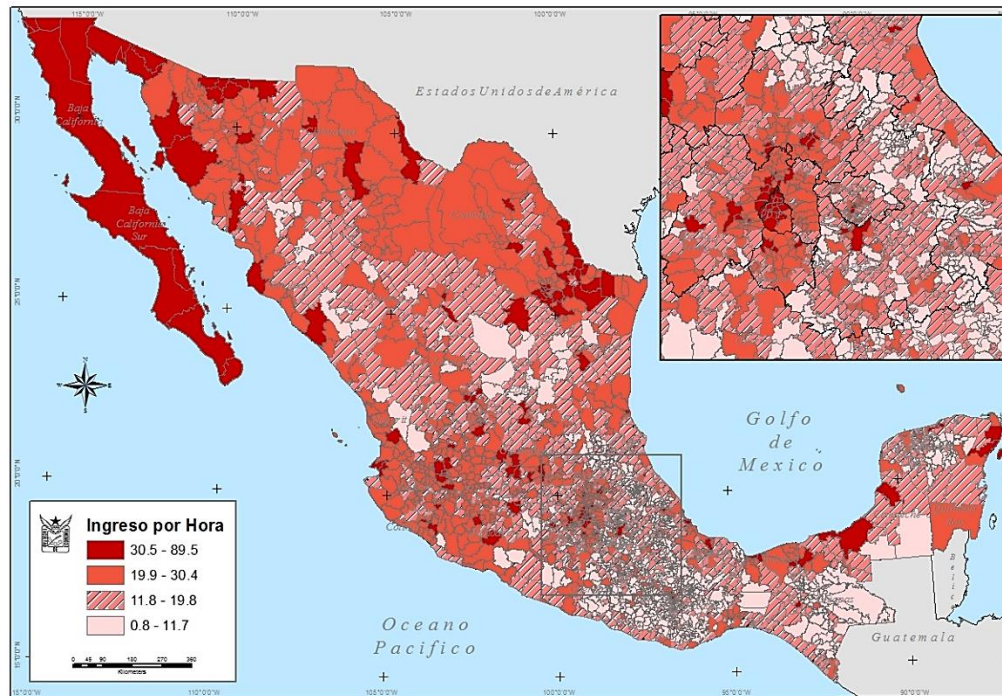
Fig. 1 Mapa de cuantiles del Capital Humano en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

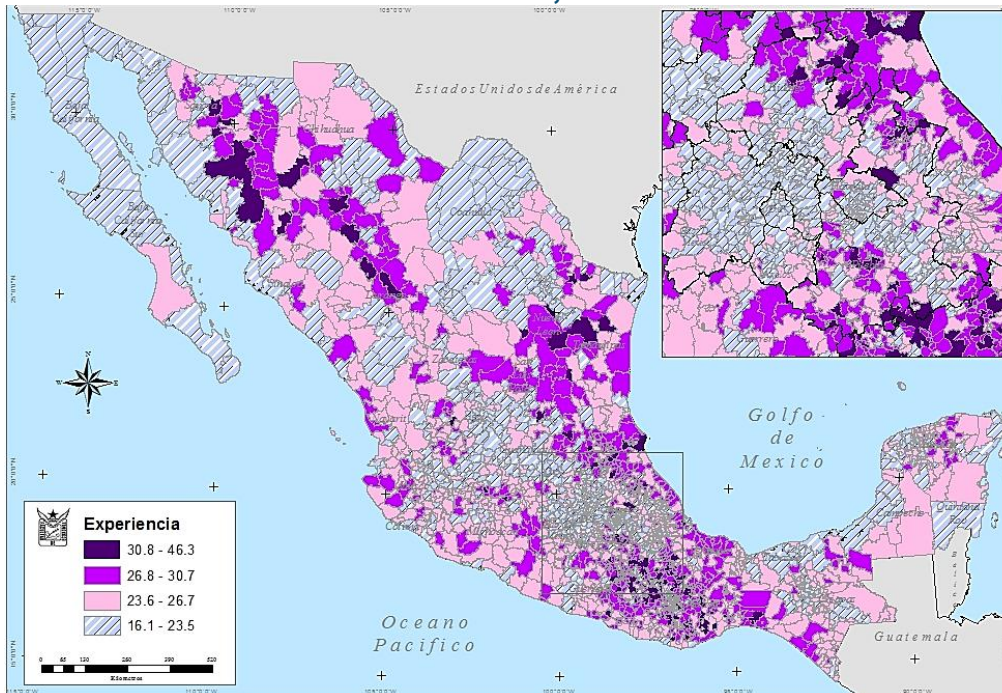
³³ La dimensión espacial de los fenómenos socioeconómicos permite profundizar en el entendimiento de las formas en las que se distribuyen dichos fenómenos (Lobao *et al.* 2007).

Fig. 2 Mapa de cuartiles del Ingreso por Hora en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Fig. 3 Mapa de cuartiles de la Experiencia en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Como es posible apreciar, las figuras 1, 2, y 3, que señalan la distribución de las variables capital humano, ingreso por hora y experiencia, respectivamente, en los municipios del país; destacan, grosso modo, como primera aproximación, la existencia de heterogeneidad espacial.

2.1.1 Diagrama de Caja (*Box-Plot*)

El diagrama de caja (*Box-Plot*) es otra herramienta del análisis ESDA, que nos ayuda a detectar los valores atípicos, (pudiendo no existir, cuando la variable posee valores muy concentrados en torno a la media), situándolos por encima o debajo de las cotas resultantes de sumar/restar a la media, el producto de los valores del tercer (primer) cuartil por 1.5 veces (o 3 veces) el recorrido intercuartílico. La caja es un rectángulo, cuyo valor inferior de la misma, es el primer cuartil (contiene el 25% de las observaciones), y el valor superior, el tercer cuartil (con el 75% de las observaciones).

La mediana queda destacada en la mitad de la caja con un círculo verde y una línea horizontal que la atraviesa (García *et al.* 2013:146). El *Box-Plot* muestra también la dispersión de la variable. Si el círculo verde está relativamente en el centro de la caja, la distribución es simétrica. Si por el contrario se acerca al primer o tercer cuartil, la distribución puede ser sesgada a la derecha (asimétrica positiva) o sesgada a la izquierda (asimétrica negativa) respectivamente.

Fig. 4 Diagrama de caja del Capital Humano

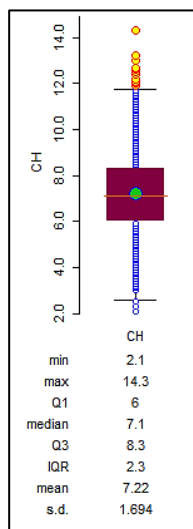


Fig. 5 Diagrama de caja del Ingreso por Hora

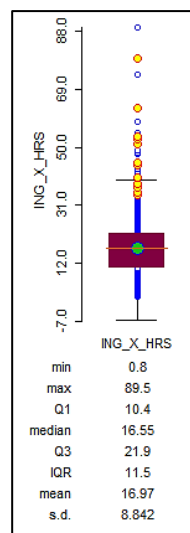
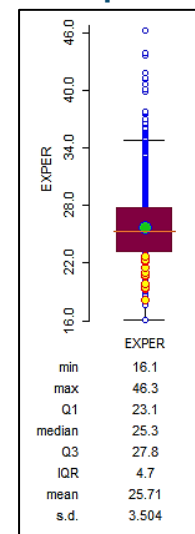


Fig. 6 Diagrama de caja de la Experiencia



Fuente: Elaborados en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI.

Analizando los diagramas de caja del Capital Humano (Fig. 4), Ingreso por Hora (Fig. 5), y Experiencia (Fig. 6), se tiene lo siguiente: podemos notar la presencia de casos atípicos y un leve sesgo en la distribución estadística de cada variable. Por el lado del Capital Humano, existen puntos arriba del tercer cuartil que corresponden principalmente a delegaciones (el equivalente a municipios) de la Ciudad de México (otrora Distrito Federal), como: Azcapotzalco, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Coyoacán. Así como algunos municipios por abajo del primer cuartil, que se encuentran en los estados de Oaxaca y Guerrero.

Por el lado del Ingreso por Hora, los casos por arriba del tercer cuartil se corresponden también, en su mayoría, con delegaciones de la Ciudad de México como: Xochimilco, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Álvaro Obregón, Iztacalco, Coyoacán, etc. Así como Metepec y Huixquilucan, pertenecientes al Estado de México y casos como Tijuana, Hermosillo, La paz, Mexicali, de la zona norte de México. Por lo que podemos decir, que aquellos municipios con un mayor ingreso por hora, se concentran mayoritariamente en la zona centro y norte de país.

Respecto a la variable Experiencia, los casos por arriba del tercer cuartil corresponden principalmente a municipios del sur México como, por ejemplo: Yoganá, Santa Catarina Zapotlán, Santa Cruz Tacahua, Santa María Apazco, Santa María Ixcatlán y Santiago Apoala; los cuales pertenecen al estado de Oaxaca, o bien Teopantlan perteneciente a Puebla. Y algunos pocos del norte del país, como, por ejemplo: Dr. Belisario Domínguez y Divisaderos, pertenecientes a Chihuahua y Sonora, respectivamente.

Cabe a su vez mencionar, que se han destacado en color amarillo, los municipios con elevado nivel de capital humano, los cuales coinciden con los municipios de elevado ingreso por hora, y con municipios con años de experiencia por debajo de la media, estas dos últimas características también son resaltadas en color amarillo, como se puede apreciar en los diagramas de caja.

En relación a los valores de la media y mediana; de acuerdo a las propiedades de una distribución normal (valores iguales en media y mediana), notamos que son distintos, lo que ya es un indicativo de que los datos no se comportan como una distribución normal.

Una vez observada la forma de su distribución a través del histograma, procedemos a la realización de un par de pruebas formales, las cuales también contribuyen a determinar si nuestras variables tienen un comportamiento similar al de una distribución normal.

2.2 Test de Normalidad

2.2.1 Prueba Shapiro

Para este tipo de test, se asume como hipótesis nula que la muestra de datos proviene de una población distribuida normalmente. Si el valor asociado a W (p -value) es menor al nivel de significancia establecido (en este caso $\alpha=.05$) se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la muestra no proviene de una distribución normal. En caso contrario (p -value mayor al nivel de significancia). Se dice que la muestra proviene de una distribución normal. Para el Capital Humano, se tiene un p -value de $1.124e-12$, por lo que, rechazamos la hipótesis nula

Shapiro-Wilk normality test

data: Capital Humano

$W = 0.98918$, p -value = $1.124e-12$

Por otro lado, la variable de Ingreso por hora y Experiencia, presentan un p -value de $2.2e-16$ y $3.448e-12$, respectivamente, valores que también son menores al nivel de significancia de $\alpha=.05$, rechazándose con esto la hipótesis nula de normalidad en ambas variables.

Shapiro-Wilk normality test

data: Ingreso por Hora

$W = 0.9402$, p -value < $2.2e-16$

Shapiro-Wilk normality test

data: Experiencia

$W = 0.98983$, p -value = $3.448e-12$

2.2.2 Gráfico Q-Q Plot³⁵

Por lo regular, el test de Shapiro está influenciado por el tamaño de la muestra. Es decir, para muestras muy pequeñas no se detectarían grandes desviaciones de la normalidad, y para muestras muy grandes, incluso pequeñas desviaciones de la normalidad provocarían

³⁵ Cabe señalar que la estimación del test Shapiro y el Gráfico Q-Q Plot, no se llevan a cabo en *GeoDa*; se emplea *RStudio*. Las librerías empleadas se pueden consultar en la sección *Apéndice: Datos, Librerías y Prerrequisitos*.

rechazar la hipótesis nula. Por ello, adicionalmente, es necesario contrastar la normalidad mediante otras pruebas como, por ejemplo, un gráfico Q-Q Plot³⁶

Fig. 10 Gráfico Q-Q Plot del Capital Humano

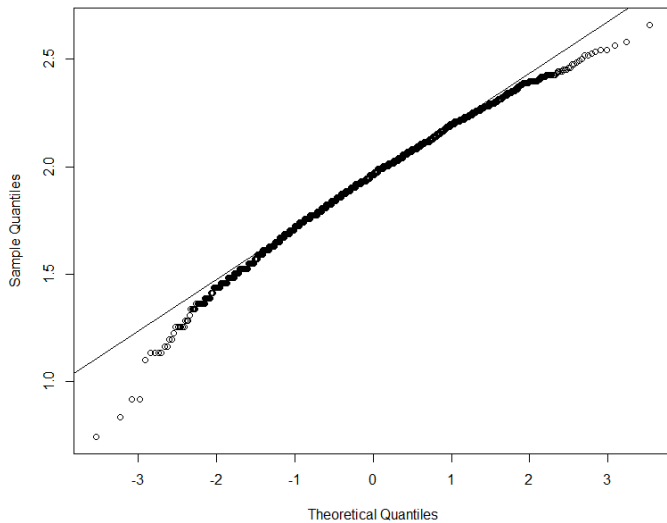


Fig. 11 Gráfico Q-Q Plot del Ingreso por Hora

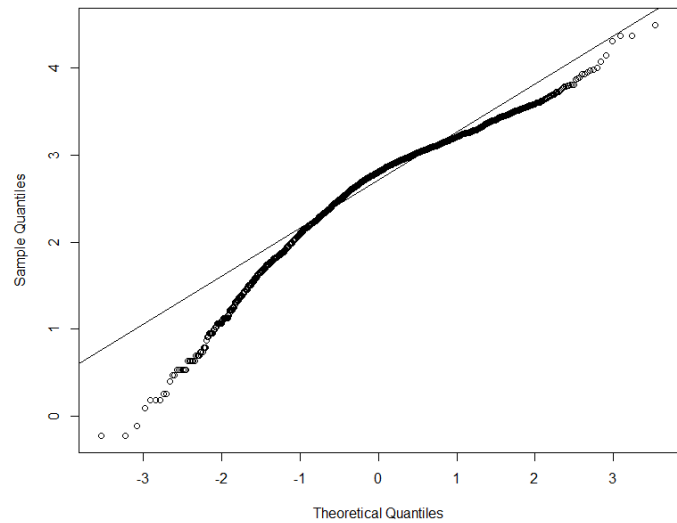
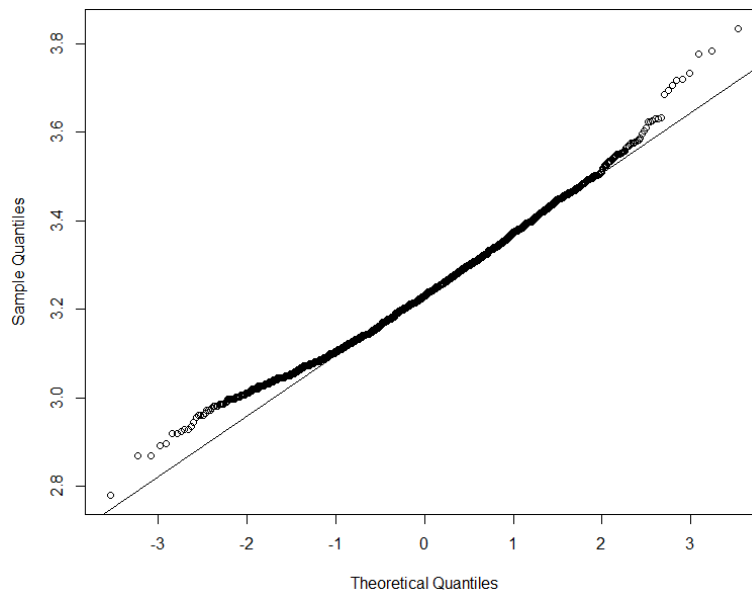


Fig. 12 Gráfico Q-Q Plot de la Experiencia



Fuente: Elaborados en RStudio con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI.

³⁶ Esta información se obtuvo de: <http://nubededatos.blogspot.mx/2014/11/test-de-normalidad-shapiro-wilk-en-r.html>

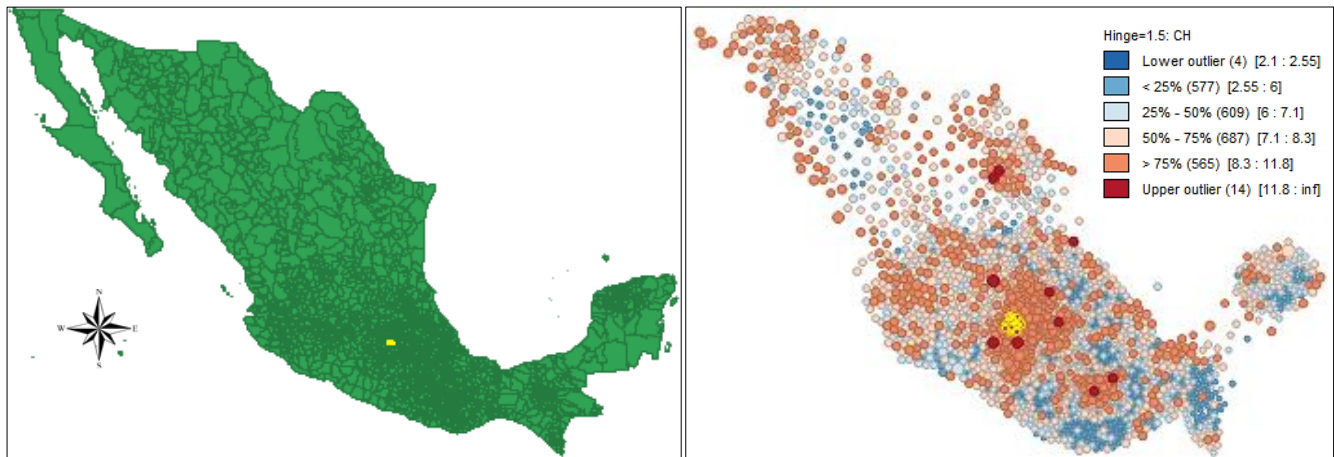
Basandonos en el gráfico *Q-Q Plot* del capital humano, ingreso por hora y experiencia (Fig. 10, 11 y 12 respectivamente), podemos concluir que existe normalidad en la distribución de los datos, pues en su mayoría, los puntos del gráfico se ajustan bien a la recta, la cual también presenta una inclinación muy cercana a los 45 grados.

2.3 Cartograma

El Cartograma es otro método para examinar la distribución de nuestras variables. Se trata de un mapa en el que el valor de la variable para cada unidad espacial se representa mediante un círculo, cuyo tamaño es proporcional al citado valor. A su vez, los círculos poseen diferentes colores dependiendo de que el valor de la variable sea alto o bajo (Sánchez R. 2008:55). Permite adicionalmente, comparar de manera visual, la relación que tienen las unidades con valores atípicos y no atípicos.

Fig. 13 Cartograma del Capital Humano e Ingreso por Hora de los municipios de México, 2010

(Color=Capital Humano, Tamaño=Ingreso por Hora)



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

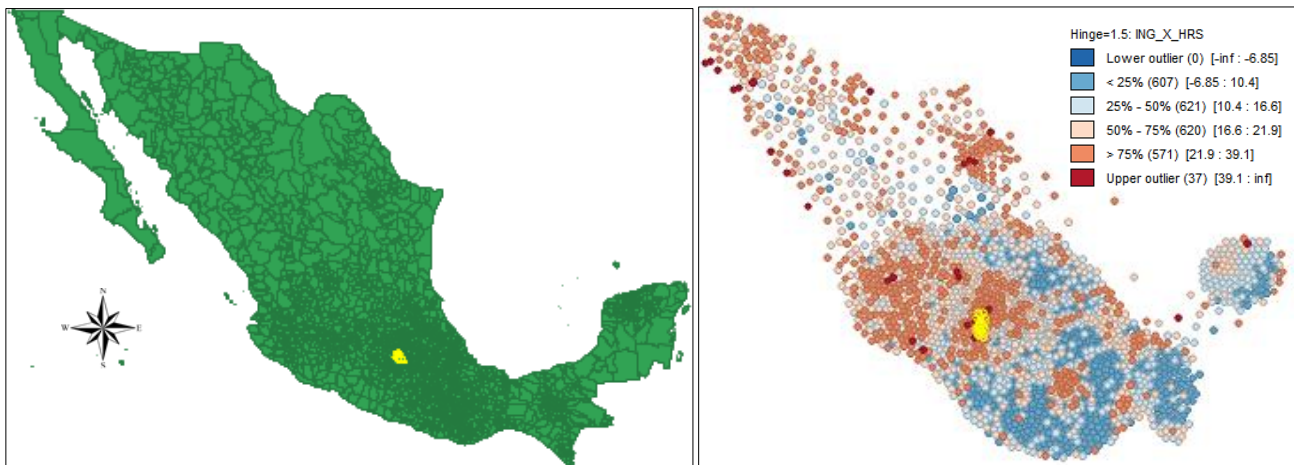
Para estos mapas, se ha elegido combinar al capital humano y el ingreso por hora (Fig. 13 y Fig. 14); así como el ingreso por hora y la experiencia (Fig. 15 y Fig. 16), en términos tanto del tamaño, como del color de los círculos del cartograma. De acuerdo con la Fig. 13, donde el color de los círculos se refiere a la variable de Capital Humano. Se muestran de rojo los valores más altos (*upper outlier*) (arriba del tercer cuartil (75%)), los cuales en su mayoría (5) pertenecen a delegaciones de la Ciudad de México: Benito Juárez, Miguel Hidalgo,

Coyoacán y Azcapotzalco, seguidos de municipios de Oaxaca, Nuevo León, Querétaro, el Estado de México y Tamaulipas.

En relación al tamaño de los círculos, que se refiere al nivel del ingreso por hora. Estos señalan una importante concentración (círculos en color naranja) alrededor de las delegaciones con mayor nivel de capital humano. Es decir, en prácticamente toda la Ciudad de México y los municipios colindantes que pertenecen al Estado de México, así como algunas zonas en el norte del país. Esto último se puede apreciar mejor en la Fig. 14.

Fig. 14 Cartograma del Ingreso por Hora y Capital Humano de los municipios de México, 2010

(Color=Ingreso por Hora, Tamaño=Capital Humano)



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

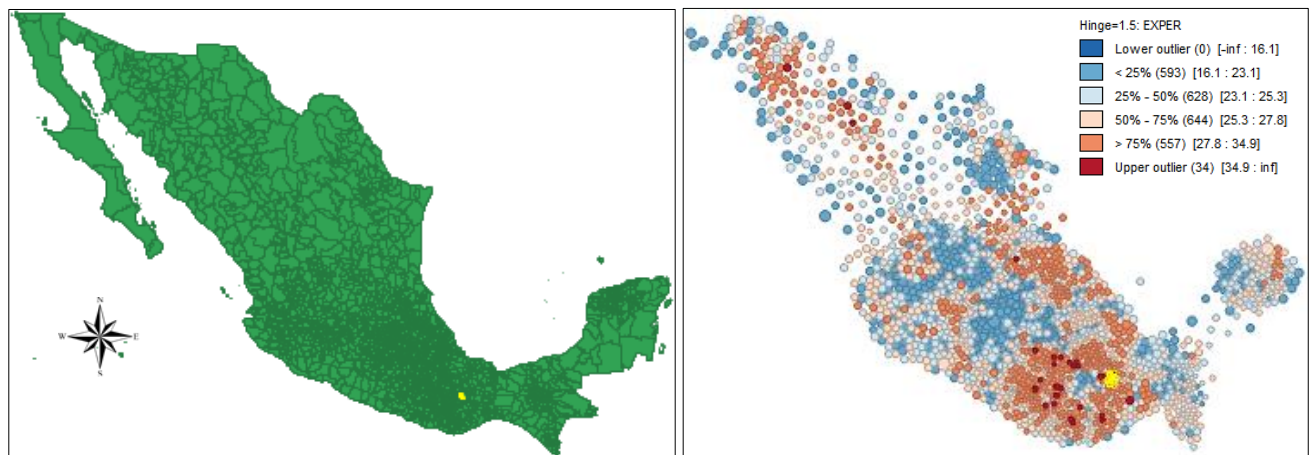
El Cartograma del ingreso por hora y capital humano (Fig. 14), donde el color de los círculos se refiere al Ingreso por Hora, señala una mayor cantidad de valores atípicos (37), los cuales pertenecen a delegaciones de la Ciudad de México, seguidos de municipios de los estados Baja California y Baja California Sur y el Estado de México.

Cabe destacar, que se da una concentración de alto nivel del ingreso por hora en zonas donde también existe alto nivel de capital humano. Por otro lado, llama la atención que, en los estados de Oaxaca y Puebla, que poseen un nivel medio-alto de capital humano, existe una concentración de bajo nivel de ingreso.

Respecto a la experiencia, cuyo nivel es representado por los colores de la Fig. 15, y cuyo tamaño de círculos a su vez, representan el ingreso por hora. Es posible apreciar que concentra los mayores niveles (colores oscuros) en los municipios de estados con menor nivel de ingreso, tal es el caso de Oaxaca, Puebla, Guerrero, así como parte de Veracruz. Es decir, estos estados, de acuerdo con los datos, poseen municipios donde la gente tiene un nivel elevado de experiencia y, sin embargo, su ingreso se encuentra por debajo de la media.

Fig. 15 Cartograma de la Experiencia e Ingreso por Hora de los municipios de México, 2010

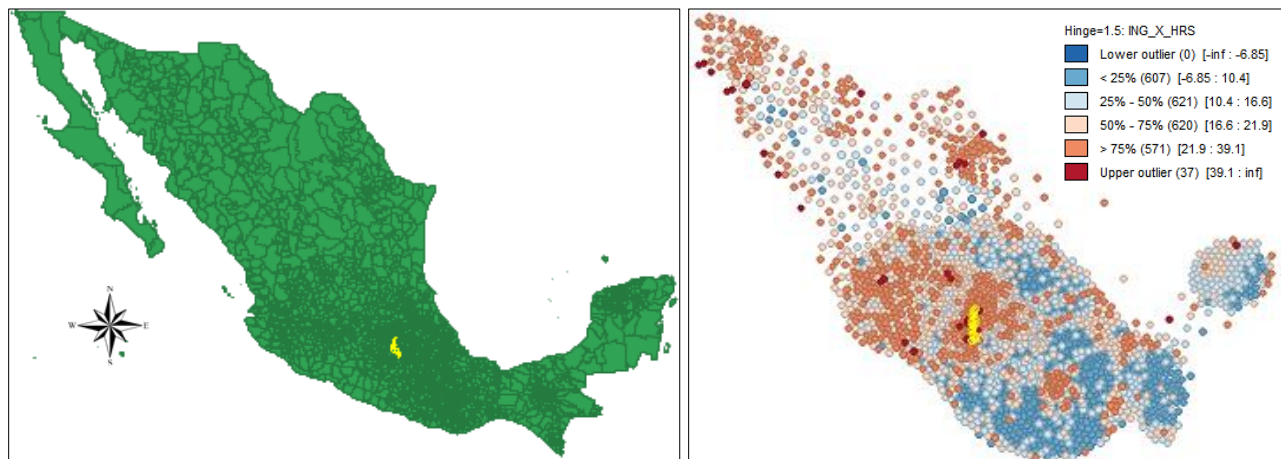
(Color=Experiencia, Tamaño=Ingreso por Hora)



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Fig. 16 Cartograma del Ingreso por Hora y la Experiencia de los municipios de México, 2010

(Color=Ingreso por Hora, Tamaño=Experiencia)



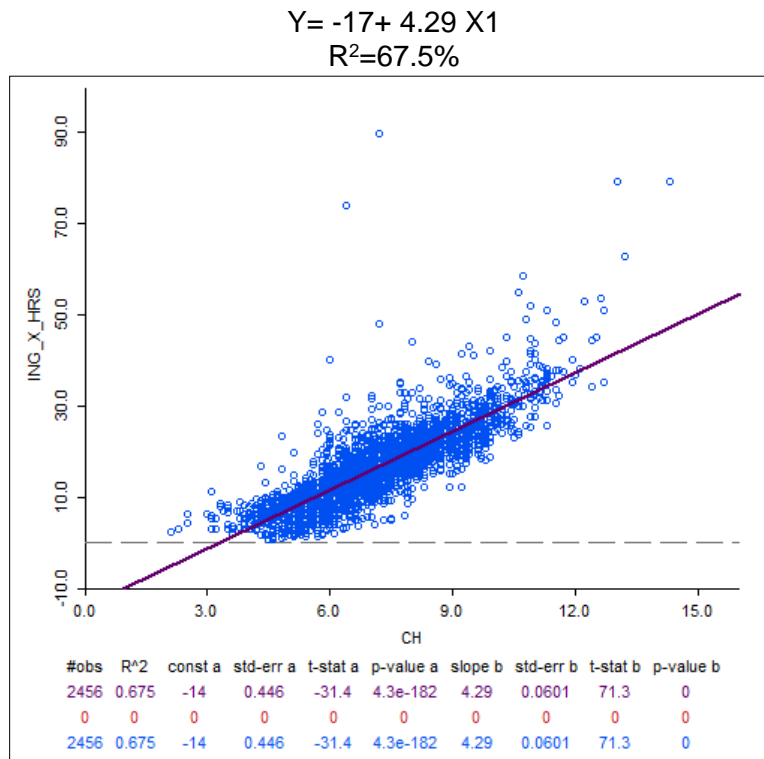
Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Por otro lado, en el Cartograma de la Fig. 16, el color de los círculos que representa ahora el ingreso por hora. Señala un patrón similar al mostrado en los anteriores cartogramas. Es decir, una concentración de elevados niveles de ingreso, en las delegaciones de la ciudad de México tales como: Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Miguel Hidalgo, entre otras. Así como en municipios del norte de México: Tijuana, Hermosillo, etc. Los niveles más bajos, se encuentran también principalmente en el sur de México, en estados como Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca y Yucatán.

2.4 Diagrama de Dispersión

El Diagrama de Dispersión, nos permite comprobar la existencia de una relación lineal entre nuestras variables. Cada caso aparece representado como un punto en el plano (Anselin L. 2005). El Eje X (horizontal) es la variable que se considera independiente (CH); y el Eje Y (vertical) la dependiente (ING_X_HRS). Como se observa en la Fig. 17, la mayoría de los puntos se encuentran sobre la recta. Por lo que nuestras variables poseen una relación lineal positiva; es decir, a medida que aumenta el Capital Humano aumenta el Ingreso.

Fig. 17 Diagrama de Dispersión del Ingreso por Hora-Capital Humano

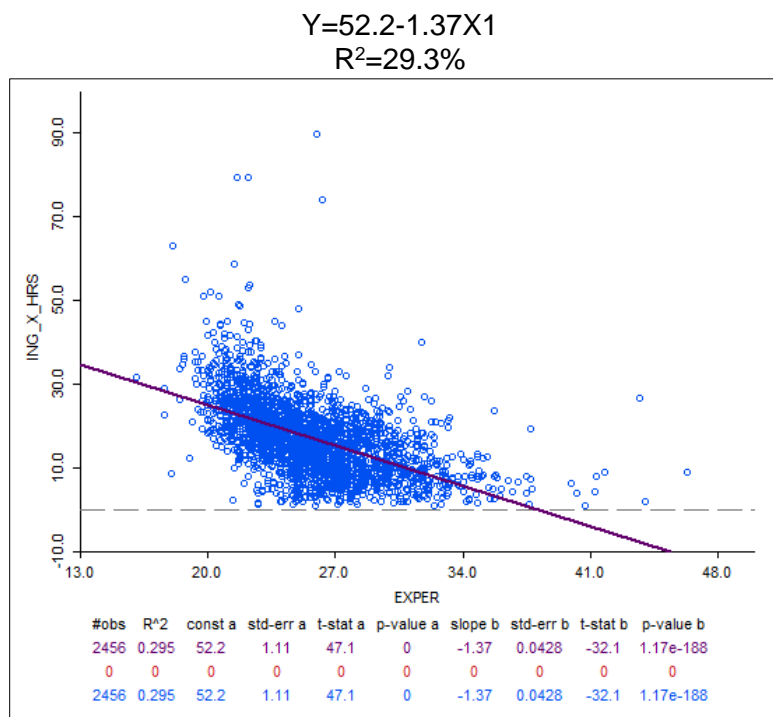


Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI.

De acuerdo con los datos del diagrama de la Fig. 17, se tiene que el p -value del capital humano (0.0) es menor que $\alpha = 0.05$, por lo que, a un nivel de significancia del 95% rechazamos la hipótesis nula. De esta manera, se concluye que la variable capital humano es estadísticamente significativa y es relevante para explicar la variable ingreso por hora. Por otro lado, de acuerdo con la ecuación de la recta, se tiene que, al incrementarse en una unidad el capital humano, el ingreso por hora aumenta en 4.29 unidades. Y cuando no exista ningún aumento en capital humano, el ingreso tenderá a disminuir en -14 unidades, lo que concuerda con la teoría del capital humano.

El coeficiente de determinación (R^2), nos indica el porcentaje del ajuste que se ha conseguido en nuestro modelo (Wooldridge J., 2009:25-267). Es decir, el porcentaje de la variación de Y (Ingreso por Hora) que se explica a través de la variación de X (Capital Humano). A mayor porcentaje de este coeficiente, mejor es la relación para predecir el comportamiento de la variable Ingreso; su valor oscila entre 0 y 1. Por lo que, en nuestro caso, se puede decir que es alta. Ya que conseguimos explicar el 67.5% de las variaciones en el nivel del Ingreso por Hora, a través del ajuste por medio del Capital Humano.

Fig. 18 Diagrama de Dispersión del Ingreso por Hora-Experiencia



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI.

Respecto a la relación entre el ingreso por hora y la experiencia (Fig. 18), el diagrama muestra una relativa dispersión de los datos. Aun así, podemos argumentar que nuestras variables poseen una relación lineal, aunque negativa; es decir, a medida que aumenta la experiencia, el ingreso por hora tiende a disminuir. De acuerdo con los datos del diagrama, tenemos que el *p-value* de la experiencia (0.0) es menor que $\alpha = 0.05$, por lo que a un nivel de significancia del 95% rechazamos la hipótesis nula. De esta manera, la variable experiencia también es relevante para explicar comportamiento del ingreso por hora.

Con base en la ecuación de la recta se tiene que, al incrementarse en un año la experiencia, el ingreso por hora disminuye en -1.37 unidades. Y en el caso en que no exista ningún aumento en los años de experiencia, el ingreso tenderá a aumentar en 52.2 unidades. Esto se puede explicar en parte, debido a que, a pesar de tener más educación y con ello incrementar la posibilidad de la obtención de un mayor ingreso como se aprecia en la Fig. 17, también se tendrá más edad, lo cual repercute negativamente en el largo plazo sobre el nivel salarial. Por otra parte, el R^2 nos indica que conseguimos explicar el 29.5% de las variaciones en el nivel del ingreso por hora, a través del ajuste por medio de la experiencia.

2.5 Dependencia espacial³⁷

Los mapas de cuartiles, diagramas de caja y cartogramas, fueron útiles para conseguir información sobre la distribución de nuestras variables. Sin embargo, no prueban formalmente si su distribución espacial se comporta al azar o no. Es decir, si la distribución del capital humano, ingreso por hora y experiencia, está marcada por grupos distintos y definidos. Esta observación tiene que ser probada por las herramientas formales del análisis ESDA. Para probar esto, se inicia con la definición de una matriz de pesos espacial³⁸ tipo

³⁷ La dependencia o autocorrelación espacial aparece como consecuencia de la existencia de una relación funcional entre lo que ocurre en un punto determinado del espacio y lo que ocurre en otro lugar. Grosso modo, cuando el valor de la variable dependiente en una unidad espacial es parcialmente función del valor de la misma variable en unidades vecinas (Moreno R. & Vayá E. 2000:20).

³⁸ Esta matriz representa la relación que tiene cada una de las regiones con las demás regiones del espacio en estudio. Existen una infinidad de formas en que la matriz de contigüidad puede ser construida, la más sencilla es utilizando notación binaria, donde 1 representa la presencia de contigüidad espacial entre dos unidades y 0 la ausencia de contigüidad espacial. (Acevedo I., & Velásquez E. 2008:17-18).

reina³⁹ y posteriormente probamos la existencia o no, de autocorrelación espacial⁴⁰ para cada variable.

2.5.1 Dependencia Espacial Global

Los estadísticos globales de autocorrelación espacial son la aproximación más tradicional al efecto de dependencia espacial; nos dan la posibilidad de contrastar la presencia o ausencia de un esquema de dependencia espacial a nivel univariante. Grosso modo, contrastan si se cumple la hipótesis de que una variable se encuentra distribuida de forma totalmente aleatoria en el espacio o, por el contrario, existe una asociación significativa de valores similares o diferentes en regiones vecinas. Entre tales indicadores, podemos encontrar al Índice de Moran (Moreno R. & Vayá E. 2000:88).

El índice de Moran (I de Moran), se utiliza para proporcionarnos una medida general de la asociación espacial dentro de un conjunto de datos. También, puede ser utilizado para probar si las áreas bajo análisis muestran cierto grado de similitud con respecto a uno o más atributos (Anselin L., 2005). Es decir, nos permite contrastar la hipótesis nula de no autocorrelación espacial (existencia de una distribución aleatoria de la variable a lo largo del espacio de estudio).

Este índice es acompañado a su vez por el *scatterplot* de Moran, el cual es un diagrama de dispersión donde se representa la variable de estudio, así como el retardo espacial de dicha variable. Además del cálculo de la I de Moran, el *scatterplot* permite la clasificación de las zonas de acuerdo al valor del atributo de una zona en relación con el valor promedio general, y también respecto al valor medio de las zonas adyacentes. Los resultados pueden ser representados en los cuatro cuadrantes del diagrama de dispersión de Moran (Santos H. & Nelson A. 2010). Los cuales se clasifican de la siguiente manera:

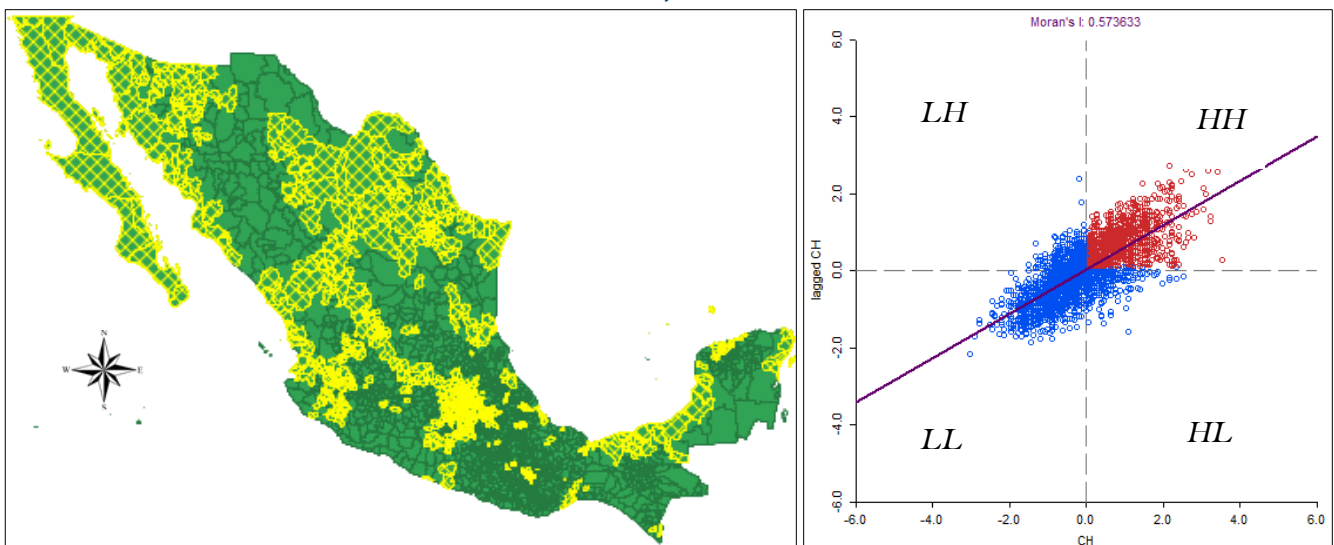
- 1 Alto-Alto (HH): en este cuadrante se representan las zonas con valor positivo para la zona y el valor medio positivo para vecinos contiguos. Un valor positivo en ese caso significa que el valor es superior al valor promedio general.

³⁹ Para unidades que comparten un lado en común o un vértice con la región de interés.

⁴⁰ La diferencia entre autocorrelación espacial y dependencia espacial, se centra básicamente en el uso de las palabras y estriba en que el primer caso se refiere simultáneamente a un fenómeno y técnica estadística, y el segundo, a una explicación teórica (Acevedo I., & Velásquez E. 2008:16). Sin embargo, en este documento ambos conceptos se utilizarán de manera indistinta.

- 2 Bajo-Alto (LH): en este cuadrante se representan las zonas con valor negativo para la zona y valor medio positivo para los vecinos contiguos.
- 3 Bajo-Bajo (LL): se representan las zonas con valor negativo para la zona y el valor promedio negativo para los vecinos contiguos. Un valor negativo en este caso significa que el valor es inferior al valor promedio general
- 4 Alto-Bajo (HL): se representan las zonas con valor positivo para la zona y valor medio negativo para los vecinos contiguos.

Fig. 19 Diagrama de Moran del Capital Humano en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

El diagrama de Moran del Capital Humano (Fig. 19), señala un Índice de Moran positivo con valor de .573633 (autocorrelación positiva). Y significativo al 95%, tratado a 999 permutaciones⁴¹. Por lo que rechazamos la hipótesis nula. Existe una relación directa entre valores similares del capital humano en un municipio y los cercanos entre sí. De tal forma que los municipios con valores elevados de capital humano, se encuentran rodeados de otros municipios en los que el capital humano posee también valores elevados y viceversa. En este caso, se da una tendencia a la concentración espacial del capital humano. Por lo que se dice que existe “contagio” (el nivel de capital humano en una zona es influido por el nivel de capital humano de zonas vecinas).

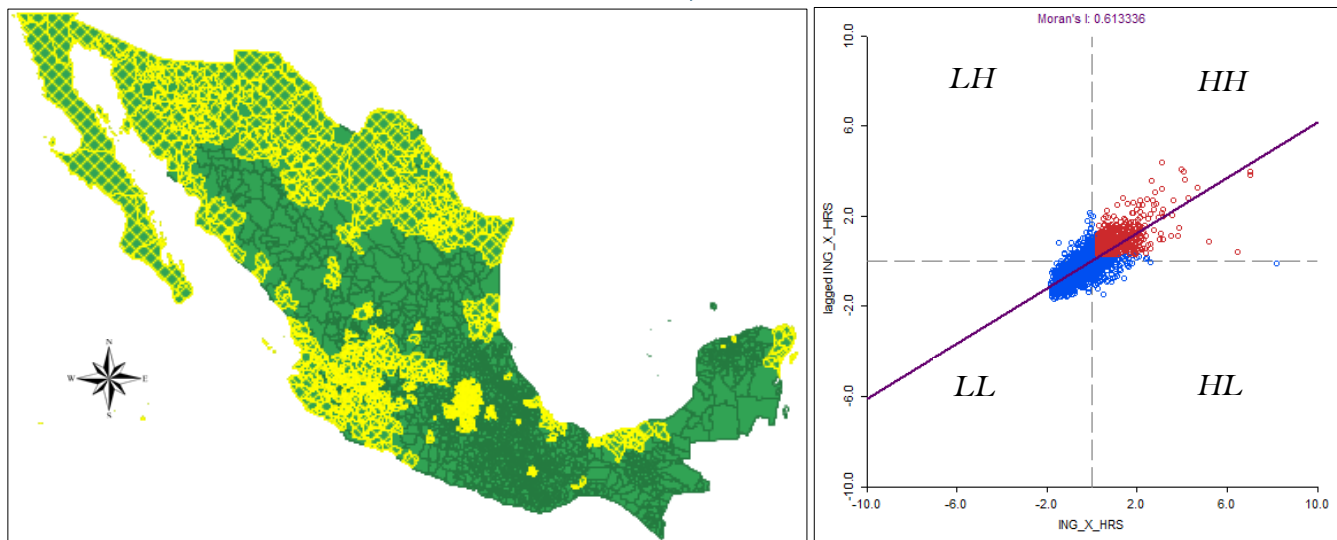
⁴¹ Los resultados de las pruebas de permutaciones se pueden encontrar en el Anexo

De acuerdo con la concentración de puntos en nuestro diagrama, podemos separar a los municipios principalmente en dos clusters: aquellos pertenecientes al cuadrante HH (municipios con alto nivel capital humano, con vecinos contiguos también con alto capital humano) y aquellos de bajo capital humano, con vecinos de bajo capital humano (LL). Como se puede apreciar en la Fig. 19, hemos destacado en amarillo los municipios pertenecientes al cuadrante HH (alto nivel de capital humano).

Respecto al Ingreso por Hora, el diagrama de Moran (Fig. 20), muestra un Índice también positivo de .613336 (autocorrelación positiva). Y significativo al 95%, tratado a 999 permutaciones. Por lo que entonces, rechazamos la hipótesis nula y, por ende, existe una relación directa entre el ingreso por hora en un municipio y los cercanos entre sí; de tal manera que los municipios con valores elevados de ingreso, se encuentran rodeados de otros municipios en los que el ingreso arroja también valores elevados y viceversa.

En este caso también tenemos una tendencia a la concentración espacial del ingreso. Por lo que se dice que existe de igual manera “contagio” (el nivel de ingreso en una zona es influido por el nivel de zonas vecinas). Los datos se concentran principalmente sobre los cuadrantes HH y LL. Se destacan los municipios del cuadrante HH (con alto nivel de ingreso), el cual corresponde a municipios vecinos de alto nivel de ingreso por hora. Estos se pueden visualizar sobre el mapa de la región (mapa verde, Fig. 20).

Fig. 20 Diagrama de Moran del Ingreso por Hora en los municipios de México, 2010

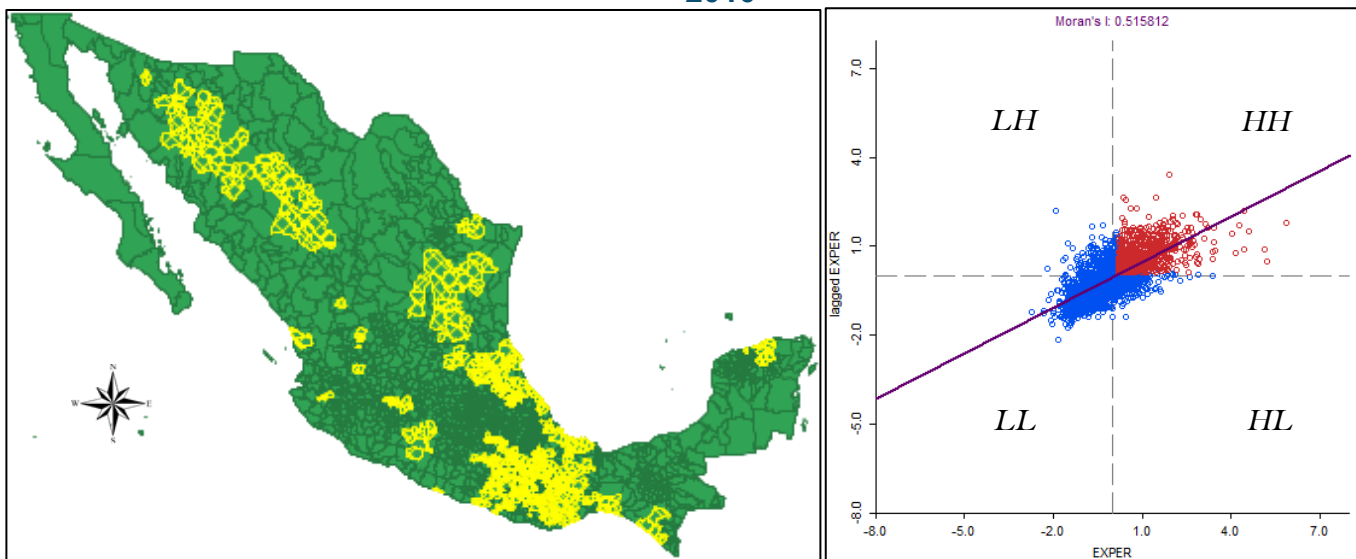


Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

En relación al diagrama de Moran de la Experiencia (Fig. 21), arroja un Índice también positivo de .515812 (autocorrelación positiva), y significativo al 95%, tratado a 999 permutaciones. Por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula, y se concluye que existe una relación directa entre la experiencia en un municipio y la experiencia de los municipios cercanos: los municipios con niveles elevados de experiencia se encuentran rodeados de otros municipios en los que la experiencia posee también valores elevados y viceversa.

En este caso también se da una tendencia a la concentración espacial de la experiencia. Por lo que decimos que existe “contagio” (el nivel de experiencia en una zona es influido por el nivel de zonas vecinas). Los datos se concentran principalmente sobre dos clusters: HH y LL. Se resaltan, al igual que en los dos casos anteriores, aquellos municipios del cuadrante HH, el cual corresponde a municipios de alto nivel de experiencia. La localización de estos se puede visualizar sobre el mapa de la región (mapa verde, Fig. 21).

Fig. 21 Diagrama de Moran de la Experiencia en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Como se pudo constatar, la conclusión final para cada variable es el rechazo de la hipótesis nula de no autocorrelación espacial. Por lo que entonces existe dependencia espacial en los datos de las variables de estudio. Es decir, nuestras variables no tienen una distribución aleatoria, sino que presentan patrones espaciales claramente definidos, donde el capital

humano, ingreso por hora y experiencia de un municipio, se ve influido por los niveles de los municipios vecinos.

Esto implica que estudios donde se empleen modelos econométricos y en los cuales, en su construcción, no se tome en cuenta la existencia de dependencia espacial en las variables abordadas, los resultados estarían sesgados y con poco valor científico, ya que estos incurrirían en un grave error de especificación. Ya que se estaría dejando de lado la influencia del espacio en los procesos económicos (Abreu *et al.* 2005).

2.5.2 Dependencia Espacial Local (LISA)

Como ya hemos señalado en la sección anterior, para el capital humano se obtuvo un Índice de Moran de .573633, significativo al 95%, tratado a 999 permutaciones (Fig. 19). Por lo que se rechazó la hipótesis nula y, en consecuencia, se concluyó que existe una relación directa entre el capital humano en un municipio y los cercanos entre sí. Sin embargo, la I de Moran, que señala el “contagio” a nivel global, no identifica el patrón de estas relaciones espaciales (asociación espacial local.).

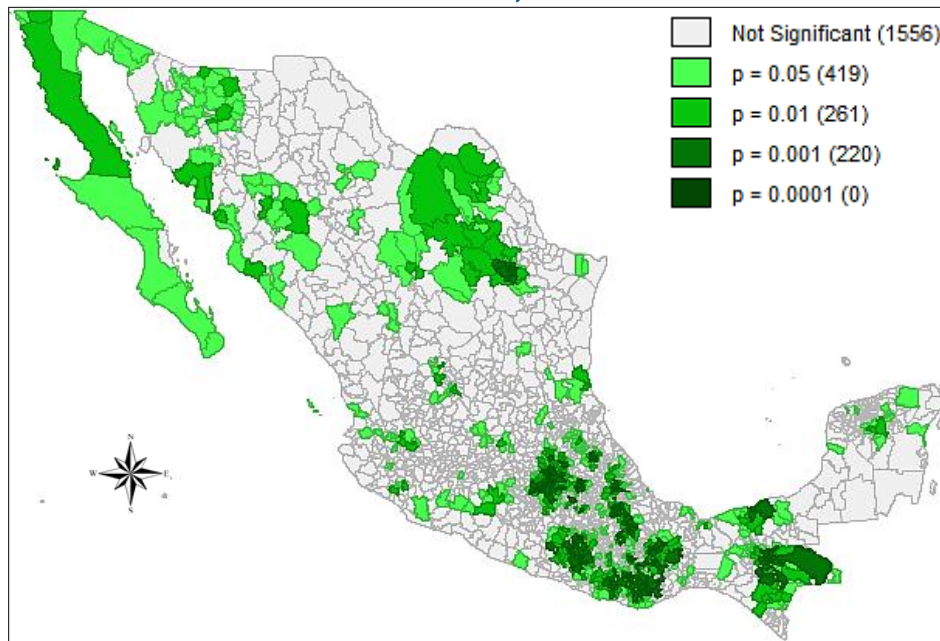
Es decir, si el esquema de autocorrelación espacial detectado en todos los municipios del país se mantiene también a un nivel local. Por lo que debemos acudir a los indicadores de autocorrelación local como es el Índice de Moran Local LISA (*Local Indicators of Spatial Association*). El cual mide la presencia o ausencia de autocorrelación espacial para cada localidad.

En este sentido, para visualizar de forma clara la presencia (o ausencia) de autocorrelación espacial local, utilizamos el Mapa de LISA. A través del Mapa de Significancia y de Clusters. El primer mapa nos indica la significancia estadística de todos los municipios de la región. Ya que, por ejemplo, los municipios señalados sobre el cuadrante HH del *scatterplot* de Moran; al estar en este cuadrante, no quiere decir que sean estadísticamente significativos. El mapa de significancia captura la presencia o ausencia de agrupaciones espaciales significativas para cada ubicación.

De acuerdo con el Mapa de Significancia de LISA del capital humano (Fig. 22), se tiene que a niveles de significancia del $\alpha=.05$, $\alpha=.01$ y $\alpha=.0001$, son 419 municipios, 261 municipios,

y 220 municipios, respectivamente, los estadísticamente significativos. Municipios que pertenecen principalmente a Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Estado de México, Oaxaca y Chiapas. Los demás municipios (1556) no presentan significancia estadística.

Fig. 22 Mapa de significancia de LISA del Capital Humano en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

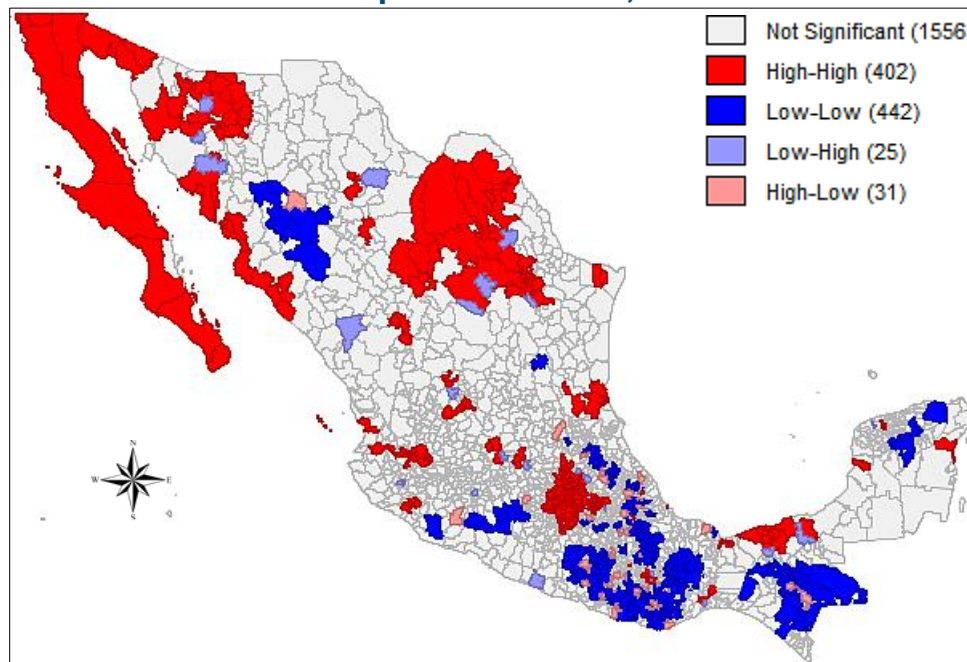
El Mapa de Clusters de LISA por su parte, basándose en los municipios que tienen significancia estadística, localiza los agrupamientos espaciales que se producen cuando una unidad espacial, que registra un valor alto (bajo) de la variable, se encuentra rodeada de unidades espaciales que también registran un valor alto (bajo) de dicha variable, así como los datos atípicos espaciales, que son aquellos que surgen cuando una unidad espacial con un elevado valor de la variable se encuentra rodeada de unidades espaciales en las que la variable registra pequeños valores, o viceversa (Sánchez M. 2008).

En el Mapa de Clusters del Capital Humano (Fig. 23), se muestran cuatro tipos de aglomeraciones a una significancia del 95%: 1) Alto-Alto: municipios pertenecientes a los estados de Baja California y Baja California Sur, parte de Sonora, Sinaloa, Nuevo León, la zona central de México, entre otros; los cuales tienen un nivel de capital humano por arriba de la media de la región, rodeados por municipios con un valor también por arriba de la

media, 2) Alto-Bajo: algunos localizados distintas zonas, sobre todo en la parte sur-sureste, los cuales presentan un nivel de capital humano alto, a pesar de estar rodeado de municipios con valores por debajo de la media.

3) Bajo-Alto: representa a municipios cuyo nivel de capital humano es inferior al nivel de sus municipios vecinos como es el caso de municipios que pertenecen a los estados de Nuevo León, Coahuila, entre otros. 4) Bajo-Bajo, representa a municipios cuyo nivel de capital humano está por debajo de la media (principalmente en Oaxaca, Puebla y Chiapas). Los demás municipios (1556) no presentan significancia, es decir, no presentan una diferencia significativa con el nivel de capital humano de sus municipios vecinos.

Fig. 23 Mapa de Clusters de LISA del Capital Humano en los municipios de México, 2010

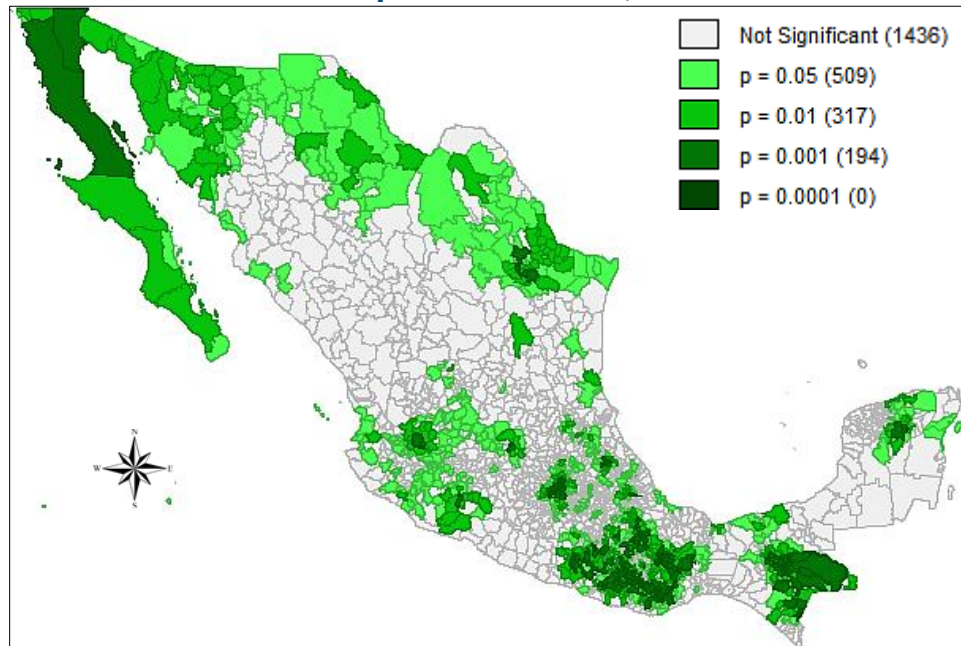


Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

En relación a la variable de Ingreso por Hora, el diagrama de dispersión (Fig. 20), señaló un Índice de Moran positivo de .613336 (autocorrelación positiva). Y significativo al 95%, tratado a 999 permutaciones. Por lo que entonces, rechazamos la hipótesis nula, y concluimos igualmente que existe una relación directa entre valores similares de la variable en un municipio y los cercanos entre sí. Sin embargo, como ya mencionábamos, la I de

Moran a nivel global, no identifica el patrón local de estas relaciones espaciales. Por lo que se recurre al índice LISA.

Fig. 24 Mapa de significancia de LISA del Ingreso por Hora en los municipios de México, 2010



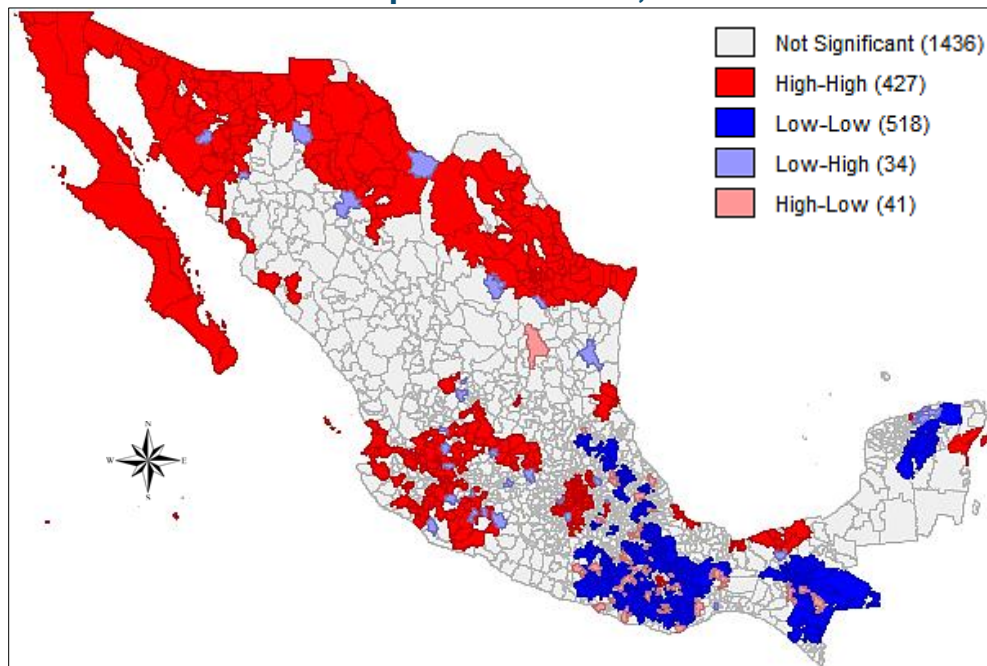
Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

De acuerdo con el Mapa de Significancia de LISA (Fig. 24), se tiene que a un nivel de significancia del .05, son 509, al .01, 317, y al .001, 194, los municipios que son estadísticamente significativos. Podemos notar, que los municipios con significancia estadística se localizan principalmente en los estados que colindan con Estados Unidos (Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas), en la zona centro, y occidente (parte de Jalisco, Michoacán, Guanajuato), y en menor medida en la zona sureste (Puebla, Oaxaca, Chiapas).

Respecto al Mapa de Clusters (Fig. 25) tenemos también identificados cuatro tipos de aglomeraciones a una significancia del 95%: 1) Alto-Alto: Los municipios que en su mayoría pertenecen a los estados fronterizos mencionados anteriormente, así como a la zona centro y zona occidente; 2) Alto-Bajo: localizados en menor medida en la zona sureste, tal es el caso del municipio Matías Romero en Oaxaca, o Comitán de Domínguez en Chiapas.

3) Bajo-Alto: representa a municipios cuyo nivel de ingreso por hora es inferior al nivel de sus municipios vecinos como los municipios de San Miguel de Horcasitas en Sonora; Ignacio Zaragoza y Manuel Benavides en Chihuahua, Turicato en Michoacán o bien Jonuta en Tabasco, entre otros; 4) Bajo-Bajo, representa a municipios cuyo nivel de ingreso por hora está por debajo de la media, estos se encuentran localizados principalmente en la zona sureste (Puebla, Oaxaca, Chiapas) y parte de Puebla, Veracruz y Yucatán. El resto de municipios (1436) no poseen una diferencia significativa con el nivel de ingreso por hora de los municipios vecinos.

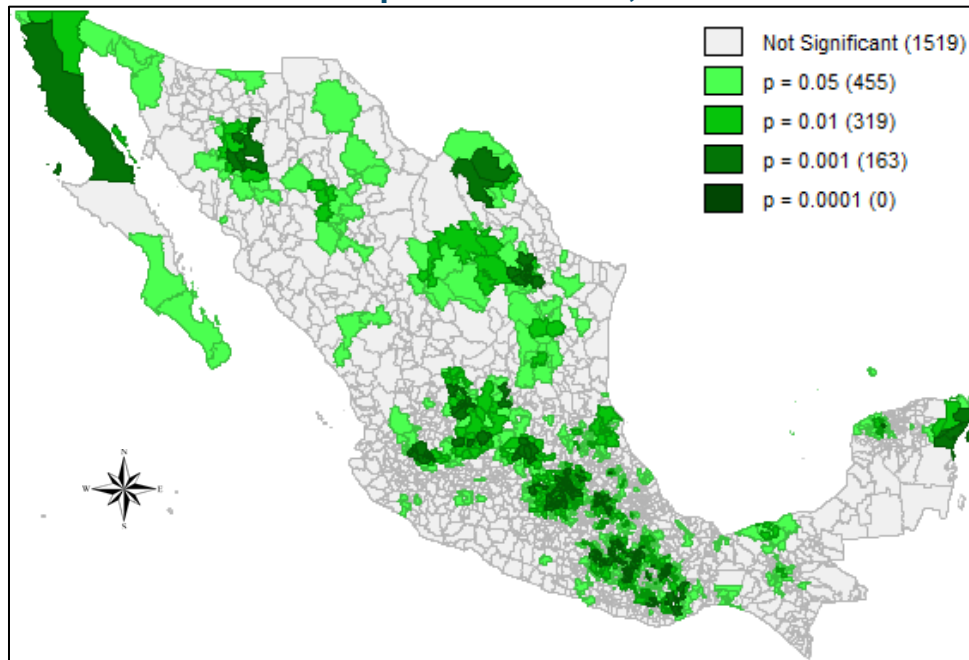
Fig. 25 Mapa de Clusters de LISA del Ingreso por Hora en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Por último, el Mapa de Significancia de LISA de la variable experiencia (Fig. 26), nos indica que a un nivel de significancia del .05 son 455 municipios; al .01 son 319 municipios; y a un nivel del .001 solamente 163, los municipios estadísticamente significativos. Los demás municipios (1519) no presentan significancia estadística alguna. Podemos notar a su vez, que los municipios con significancia estadística se localizan en estados que colindan con Estados Unidos (Baja California, Sonora, Coahuila, Nuevo León), en áreas de la zona centro y sur, como la Ciudad de México, Puebla, Oaxaca, parte de Jalisco Guanajuato.

Fig. 26 Mapa de significancia de LISA de la Experiencia en los municipios de México, 2010

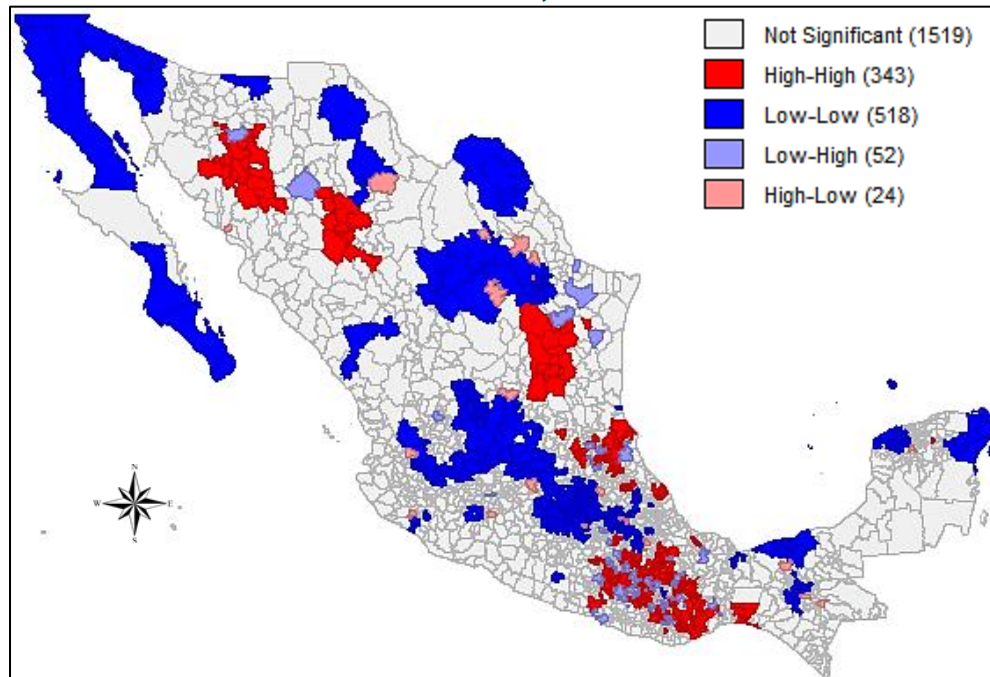


Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Por su parte, el Mapa de Clusters (Fig. 27), nos señala también cuatro tipos de aglomeraciones a una significancia del 95%: 1) Alto-Alto: municipios que pertenecen a los estados como Chihuahua, Durango, San Luis Potosí, Oaxaca, Puebla, 2) Alto-Bajo: Localizados en menor medida (24 municipios) en distintos estados del país, como: Julimes en Chihuahua, General Cepeda, Candela, La Madrid en Coahuila, y Moctezuma en San Luis Potosí.

3) Bajo-Alto: representa a municipios cuyo nivel de experiencia es inferior al nivel de sus municipios vecinos, que también como el nivel Alto-Bajo, son pocos municipios (apenas 52) en distintas partes del país, como es el caso de municipios de Guerrero en Chihuahua, China y Linares en Nuevo León, Álamo Temapache en Veracruz, entre otros más localizados en el estado de Oaxaca y Puebla 4) Bajo-Bajo; municipios cuyo nivel de experiencia está por debajo de la media, estos se encuentran localizados entre los estados de Sonora, Chihuahua y Durango, así como en los estados de Oaxaca y Puebla. Los demás municipios (1519) no presentaron significancia, es decir, no poseen una diferencia significativa con el nivel de experiencia de los municipios vecinos.

Fig. 27 Mapa de Clusters de LISA de la Experiencia en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

El análisis presentado, concluye una relación directa y positiva entre el ingreso por hora y el capital humano e inversa con respecto a la experiencia. Resultados que se fundamentan en la teoría del capital humano. Respecto al análisis del componente espacial, el índice de Moran, nos indicó la existencia de dependencia espacial en nuestros datos.

Por lo que nuestras variables poseen un comportamiento heterogéneo en el espacio. Es decir, que los municipios en donde sus pobladores cuentan con determinados niveles de Capital Humano, Ingreso por hora y Experiencia, se aglomeran en vecindades con otros municipios que también se destacan por valores similares en estas variables.

Para confirmar estas apreciaciones, el mapa LISA de significancia estadística y de clusters, confirmaron a su vez la existencia de autocorrelación espacial también a un nivel local. Destacando el hecho de que la mayoría de los clusters del tipo Alto-Alto, tanto del capital humano y del ingreso por hora, se localizan en estados del norte colindantes con Estados Unidos, lo cual podría entenderse lógico, desde una perspectiva estratégica de industria y comercio.

CAPÍTULO 3

Ecuación Minceriana: Tasa de Retorno Privada y Social

«El experimento científico es la más rica de todas las formas de experiencia humana: añade a la observación el control de ciertos factores en base a supuestos teóricos y, cuando es preciso, supone medición»

(Mario Bunge, La experimentación científica, 1968)

Como se discutió en el capítulo 1, de acuerdo con la teoría económica ortodoxa, el capital humano puede ser obtenido de diferentes maneras: desde la inversión en educación, capacitación y entrenamiento, hasta el cuidado de la salud (Becker, 1964). Por otra parte, los beneficios de la inversión en este capital, son convencionalmente asumidos como durables (conocimientos y habilidades), y a diferencia de la mayoría de los bienes, no puede depreciarse con el tiempo, siempre que se realicen de manera regular.

De entre las formas alternativas de adquisición de capital humano, cabe recordar que la educación es nuestro principal interés en esta investigación. Ya que “La acumulación de capital humano entendida como educación es una de las determinantes principales de los ingresos laborales” (Urciaga & Almendarez 2006:156). Para los investigadores, la educación es el componente de capital humano que es más fácil de medir, debido en parte, a que la enseñanza obligatoria es casi universal.

A nivel microeconómico, la teoría del capital humano se emplea para explicar los diferenciales de ingreso entre las personas. Una explicación que incluye dos etapas: la acumulación de capital humano que determina la productividad del trabajador y la determinación de los salarios relativos. La dificultad para medir de manera explícita esta relación ha generado pruebas de impacto de la educación en los niveles de ingreso. Estas estimaciones de las tasas de retorno de la educación implican un método conocido como la ecuación minceriana de los salarios (Heckman *et al.* 2006).

Se asume que las personas que reciben mayor educación, son usualmente más hábiles y se puede esperar que sean más productivas que aquellas con bajos niveles educativos y, por lo tanto, ganen más. La evidencia estadística alrededor del mundo, se ha encargado de

resaltar una correlación positiva entre la adquisición de mayor educación y las tasas de crecimiento del empleo e ingresos (Nickell 1979; De la Fuente & Ciccone 2002; Psacharopoulos & Patrinos 2004; Blundell *et al.* 2005).

Destacan a su vez, que es en los países con menor desarrollo donde se presentan mayores rendimientos de la escolaridad, mientras que en los países con mayor desarrollo suele suceder lo contrario (Urciaga & Almendarez 2006:160). Estos estudios (Psacharopoulos, 1985, 1994, 1995), manifiestan una clara evidencia en donde el patrón de comportamiento se mantiene, y que por ejemplo África y América Latina, que cuentan con menor nivel de desarrollo, tienen mayores rendimientos de la escolaridad (Urciaga & Almendarez 2006:161). En su reciente revisión de los rendimientos de la educación (Oreopoulos & Petronijevic, 2013) también hallan evidencia de que la educación aumenta las ganancias. Estudios más recientes incluso, han señalado la existencia de una heterogeneidad significativa en los resultados de este tipo de rendimiento (Doyle & Skinner 2016:2).

En otro trabajo realizado para América Latina, Psacharopoulos & Ng (1992), utilizando una muestra de 18 países, encuentran que 12 de ellos tienen un rendimiento de escolaridad promedio por arriba del 10%. Entre estos se halla México, con una tasa de retorno de la escolaridad, en promedio de 14.1% (Urciaga & Almendarez 2006:160-161). En el trabajo de Bracho & Zamudio (1994), los autores obtienen un rendimiento promedio del 11.6%. En otros estudios, Barceinas (1999) y Urciaga (2002), concluyen que los rendimientos de la escolaridad del nivel superior son los más elevados.

Algunos autores han aplicado la función minceriana al nivel de las entidades federativas, tal como Rojas *et al.* (2000), Urciaga (2004), y Almendarez (2004). En el primer caso, se concluye que los estados de San Luis Potosí, Puebla y Oaxaca son los lugares en donde el salario reporta sus niveles más bajos, en tanto que Baja California, Colima, Baja California Sur, Morelos y la Ciudad de México, se pagan los salarios más altos. Por su parte Urciaga (2004), utilizando a la Ciudad de México como contraste, obtiene un comportamiento, en el cual los estados del norte como Baja California y Chihuahua, perciben los mayores ingresos, mientras que, Chiapas y Oaxaca son las zonas donde se perciben menores ingresos (Urciaga y Almendarez 2006:162). Resultados que se corresponden con nuestro análisis espacial del capítulo 2, sobre las variables que conforman la ecuación minceriana.

Almendarez (2004) además de considerar en la función de Mincer a las entidades federativas y obtener un comportamiento similar a Urciaga (2004), calcula también los rendimientos promedio y privados, los cuales se caracterizan por un patrón de comportamiento similar al sugerido por la evidencia internacional⁴², entre el nivel de desarrollo y las tasas de rendimiento de la escolaridad. Es decir, son los estados del sur, quienes cuentan con un menor nivel de desarrollo, los que presentan mayores rendimientos de la escolaridad. Mientras que los estados del norte, reportan lo contrario (Urciaga & Almendarez 2006:162).

Por otro lado, desde una perspectiva crítica, algunos autores, a través de una regresión cuantílica para 2005 y 2010 a nivel estatal, han encontrado que la escolaridad, como variable explicativa de los salarios en México, ha ido perdiendo poder explicativo entre 2005 y 2010; destacando a su vez, la importancia de incorporar en la ecuación de Mincer, variables como la rama económica, el tamaño de la empresa, el grado de sindicalización de la fuerza de trabajo, factores político-ideológicos etc., las cuales pueden llegar a atenuar el impacto del capital humano en el nivel salarial de las personas (Acevedo B. & Quintana L. 2014).⁴³

3.1 Tasa de Retorno Privada

En la presente sección llevaremos a cabo el cálculo de la tasa de retorno privada, pero, a diferencia de los estudios mencionados previamente, se hará a una escala más local. Se estimará una tasa de retorno para cada uno de los municipios del país, utilizando la ecuación de Mincer, a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Una vez hecho esto, realizaremos el análisis espacial de las tasas de retorno encontradas. Lo anterior, debido a que las variables que conforman la ecuación de Mincer (Ingreso por hora, escolaridad y experiencia), que estudiamos en secciones pasadas, presentaron dependencia espacial.

⁴² Psacharopoulos & Patrinos (2004:112-115) realizan estimaciones de la tasa de retorno de la educación para 98 países, hallando un rendimiento promedio del 10%, con tasas elevadas para los casos de América Latina y la África subsahariana (12% y 11.7% respectivamente), una tasa de retorno ligeramente menor en Asia (9.9%) y retornos menores al 7.5% en las zonas restantes.

⁴³ Aunque para fines de esta investigación no ha sido necesario emplear una regresión cuantílica y la escala espacial es a nivel municipal; se menciona este estudio, ya que nos brinda una perspectiva más amplia en las posibilidades de medición de los salarios en México. En investigaciones futuras, seguramente se tendrá en cuenta.

El supuesto básico de partida es que el individuo intenta maximizar su utilidad optimizando su trayectoria de consumo y sus años de escolaridad. El modelo estándar del capital humano se formula de la siguiente manera:

$$\ln Y_{ij} = \alpha + \beta S_{ij} + \gamma_1 \text{Exp}_{ij} + \gamma_2 \text{Exp}_{ij}^2 + X_{ij} \delta + u_{ij} \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, n$$

$$j = 1, \dots, s$$

Donde Y es una medida del ingreso (en nuestro caso el logaritmo del ingreso por hora), S es una medida de la escolaridad, usualmente expresada como años o grados completos de instrucción académica, Exp es la experiencia potencial laboral, X es un conjunto de otras variables que se asume tienen influencia sobre el ingreso, y u es el término de error, el cual representa otros efectos, no medidos explícitamente, que afectan al ingreso.

Se asume que, u no está correlacionado con X , S y Exp ; es decir, el término de error cumple con los supuestos clásicos asociados a la estimación de MCO, i es un índice que identifica a los individuos y j a los municipios. Es importante señalar que, las posibles variables incluidas en X son características observables, tales como: raza, sexo o algunas otras que el investigador considere relevantes (Weiss, 1995)⁴⁴.

De la estimación de la ecuación (1) se obtiene el *rendimiento privado de la educación* (Psacharopoulos & Patrinos 2004) y bajo suposiciones restrictivas, el parámetro β representa la tasa de retorno de la inversión en educación, mientras que Exp y Exp^2 se mantienen constantes, es decir, son iguales a cero, por lo tanto, el individuo no cuenta con experiencia. Si la función de ingresos es cóncava en la experiencia, el coeficiente γ_1 será positivo y por su parte γ_2 negativo. La ecuación (1) es una aproximación al modelo del ciclo de vida laboral, en la cual, la concavidad del perfil edad-ingresos es capturada por medio del término lineal y la elevación al cuadrado de la experiencia (Exp^2).

Aunque somos conscientes de que versiones más sofisticadas de la ecuación (1), están disponibles en la literatura (Heckman & Polachek 1974; Heckman *et al.* 2008), esta forma

⁴⁴ Cabe destacar que, aunque de nuestro lado izquierdo la variable ingreso es medida en logaritmos y además tengamos la variable experiencia en su forma cuadrática, este modelo es lineal en sus parámetros y por lo tanto puede ser estimado mediante MCO.

sigue siendo el estándar en el análisis de la tasa de retorno de la educación. El valor de β es fijado para todos los niveles de escolaridad, lo cual significa que se asume que un año de incremento en la escolaridad trae consigo el mismo porcentaje de cambio en el ingreso. En otras palabras, el coeficiente β describe el porcentaje de cambio en el salario, debido a un cambio marginal de un año de escolaridad alcanzado en S .

El modelo da por hecho que el coeficiente es constante a través de grupos e individuos. Así, haciendo abstracción del consumo y otros costos de inversión adicionales, tales como el tiempo, costos sociológicos y psicológicos, es de esperarse que, en igualdad de condiciones, el valor actual descontado de los ingresos durante la vida de una persona altamente educada, excedería los de la persona con menor nivel educativo. Por lo que, puede hablarse de la existencia de una justificación racional para que los individuos soporten los costos de la educación sobre sus ingresos presentes. Teniendo en cuenta el aumento de los flujos de ingreso en el futuro.

No obstante, a pesar del amplio campo de estudios donde se ha empleado la ecuación minceriana, es importante mencionar que puede presentar problemas econométricos al ser estimada a través de MCO. Por ejemplo, la omisión de la existencia de una habilidad individual en las personas, lo que puede sesgar los resultados obtenidos. En tal situación, la variable escolaridad estaría correlacionada con el término de error de la ecuación (1) y, como resultado, el coeficiente asociado con la escolaridad estaría sesgado (Griliches Z. 1977:6-7).

Es decir, los problemas de endogeneidad⁴⁵, problemas metodológicos y de las bases de datos⁴⁶, hacen que las estimaciones mediante MCO sean inconsistentes, lo que hace difícil

⁴⁵ El problema de endogeneidad surge debido a la violación del supuesto bajo el cual el modelo de Mincer, trata a todos los individuos como idénticos (con respecto a la habilidad, oportunidades y medio ambiente). Cabe mencionar que esta violación es inevitable dado que las personas no pueden ser idénticas con respecto a características observables, tales como localización, antecedentes familiares, ambiente de trabajo, etc. Por ejemplo, la habilidad puede ser vista como un determinante de los salarios en el mercado de trabajo, por un lado, y también correlacionarse con la educación en el otro (Haider S. *et al.* 2013:52). Es decir, los individuos con mayor nivel educativo son más propensos a moverse a mejores mercados de trabajo (Doyle & Skinner 2016:7).

⁴⁶ El problema de los datos se relaciona con la cobertura de los mismos, debido a que el conjunto de datos empleados para la estimación de las funciones mincerianas suele basarse en encuestas, las cuales podrían no representar apropiadamente al conjunto de personas que reciben ingresos laborales. Mientras que los problemas metodológicos se derivan de la estimación e interpretación de las funciones de ingresos mediante una especificación semilogarítmica (Urciaga & Almendarez 2006:158).

extraer conclusiones significativas sobre el efecto de la educación en los ingresos. Por lo que la principal debilidad de la estimación de las funciones mincerianas, a través de MCO es la poca habilidad para controlar las distintas fuentes de sesgo⁴⁷, y una potencial sobreestimación del efecto causal de la educación.

Desafortunadamente, los métodos para corregir el sesgo en MCO no son fáciles de conseguir. Las restricciones de exclusión requeridas para la validar la estimación de variables instrumentales (VI) son generalmente difíciles de satisfacer (y aún más difíciles de probar). Además, un problema adicional con la obtención de estimaciones mediante VI es que, por lo regular, en los conjuntos de datos empleados, las VI convencionales no están disponibles o, si existen candidatos potenciales, a menudo son criticados por no satisfacer la restricción de exclusión.

Incluso si el instrumento es válido, VI produce Efectos Locales de Tratamiento Promedio (LATE, *Local Average Treatment Effect*), lo que puede reflejar estimaciones sesgadas del efecto promedio del tratamiento (ATE, *Average Treatment Effect*) no representativas, debido a funciones de retorno altamente heterogéneas (Peet E. *et al.* 2015:72). En términos más generales, diferentes personas pueden tener diferentes aptitudes, gustos y preferencias para su escolarización en relación al trabajo, y esta variación puede dar lugar a diferencias en el nivel óptimo de adquisición de mayor educación entre los individuos (Card 2001:1128).

Sin embargo, a pesar que las estimaciones de las tasas de retorno de la educación puedan estar abiertas a la crítica, muchos economistas están de acuerdo con Willis (1986) en que:

“...la sencilla función de ingresos tipo Mincer hace un trabajo sorprendentemente bueno de la estimación de los rendimientos de la educación a pesar de que los modelos econométricos más generales sugieren que las condiciones de igualdad de oportunidades y la igualdad de las ventajas comparativas sobre los que se basa no son estrictamente ciertos” (Willis 1986:590).

⁴⁷ En este trabajo empleamos el término “sesgo” para referirnos a la diferencia entre valor esperado de un estimador y el parámetro perteneciente al rendimiento marginal promedio de la escolaridad.

También es pertinente señalar que usamos el método de MCO en este documento para identificar la asociación de los años de escolaridad y el ingreso laboral. Los rendimientos de la educación estimados, no deben interpretarse como el efecto causal de un año adicional de escolaridad para cada individuo, sino más bien como una asociación condicional entre el nivel educativo y el ingreso por hora al nivel de la población en los municipios.

Por lo que, los coeficientes reportados en las siguientes secciones, simplemente describen los diferenciales observables del ingreso por hora a través del gradiente escolaridad; estas diferencias probablemente reflejan, tanto el verdadero efecto causal de la educación, el efecto de una serie de rasgos personales y familiares, que predicen el nivel de instrucción, así como también rasgos del mercado laboral en los municipios.

3.1.1 Base de Datos

La base empírica de la investigación se apoya en la muestra del diez por ciento del Censo de Población y Vivienda 2010⁴⁸; información que reúne el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El tamaño de la muestra es de aproximadamente 2.9 millones de viviendas, lo que nos permite la estimación de resultados con precisión y confianza medible, para los 2,456 municipios de México. En los datos hemos considerado solamente a la población ocupada por municipios. Las variables se estimaron como la media de los individuos tomando en cuenta los factores de expansión (Tabla 1).

⁴⁸ El levantamiento del Censo General de Población y Vivienda de 2010 se lleva a cabo con base en dos cuestionarios, uno básico y otro ampliado. El cuestionario básico se aplica al total de la población y abarcó las características demográficas más generales (sexo, edad y relación de parentesco; número de hijos nacidos vivos e hijos fallecidos; lugar de nacimiento y lugar de residencia en junio de 2005; condición de habla indígena, lenguas indígenas y condición de habla española; discapacidad desde el enfoque de limitaciones en la actividad; condición de alfabetismo, condición de asistencia escolar y nivel y grado de escolaridad; condición de actividad económica; derecho a servicios de salud; situación conyugal; y religión). El cuestionario ampliado incluyó las mismas preguntas que el básico además de información específica sobre población en temas adicionales como: salud, discapacidad, etnicidad, educación, migración interna e internacional, condiciones económicas, fecundidad y mortalidad recientes (INEGI, 2010).

Tabla 1. Variables Exógenas⁴⁹

Variable Exógena	Definición de la Variable
Escolaridad	Años de escolaridad de la población ocupada por municipio
Edad	Edad de la población ocupada por municipio
Horas	Horas a la semana trabajadas
Sexo	Dummy=1 si es hombre, 0=Mujer
Ssocial	Dummy=1 afiliado a la seguridad social
Educa_pri	Dummy=1 si tiene educación primaria
Educa_sec	Dummy=1 si tiene educación secundaria
Educa_media	Dummy=1 si tiene educación media (Bachillerato)
Educa_ter	Dummy=1 si tiene educación superior (Licenciatura, Maestría, Doctorado)

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la variable experiencia, esta no se encuentra disponible en la base de datos. Se ha estimado como la edad, menos los años de educación y menos seis años. Posteriormente, se obtuvo una nueva variable como cuadrado de la experiencia. Se consideran también dos variables *Dummy*: el género (Sexo) en donde el hombre toma el valor de uno y cero la mujer. Y otra referente a la afiliación a servicios de seguridad social (Ssocial.).

3.1.2 Resultados

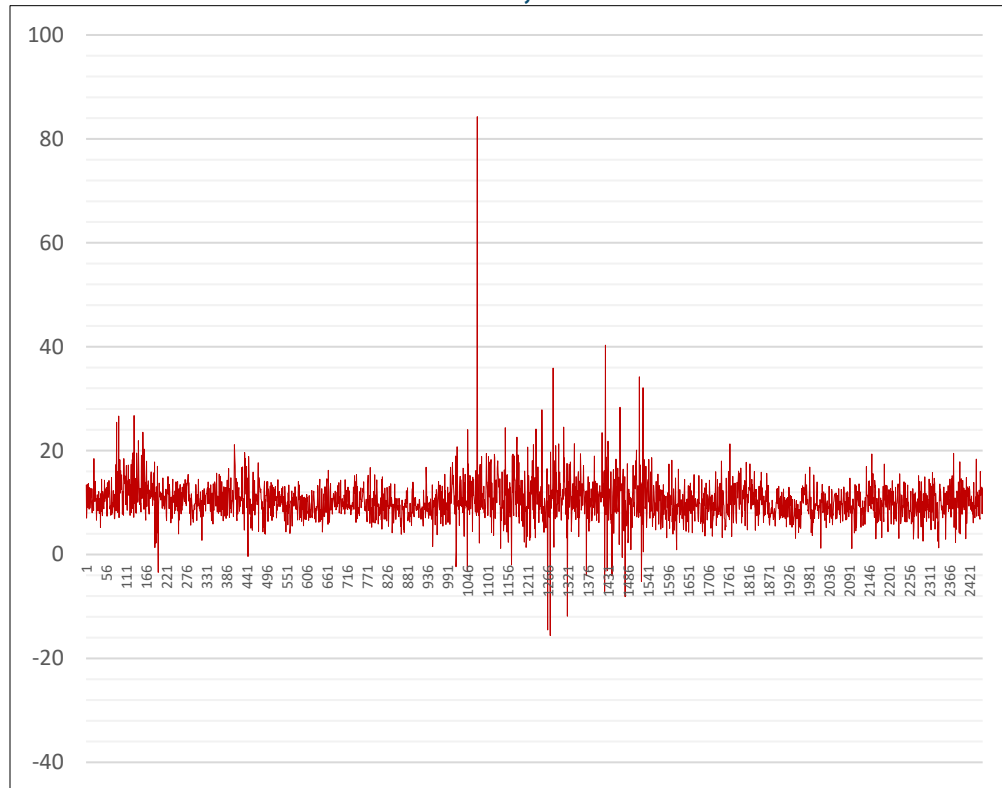
Para obtener la tasa de retorno privada, hemos calculado la ecuación (1) para cada municipio del país: 2,456 regresiones⁵⁰. En la Fig. 28, se pueden observar los niveles de la tasa de retorno privada de cada municipio⁵¹. Resaltan principalmente dos valores atípicos. Una tasa de 84.2% correspondiente al municipio de Santa Catarina Quioquitan y por el otro lado una tasa negativa de -15.29% perteneciente a San Miguel Piedras, ambos municipios de Oaxaca y ambos también no estadísticamente significativos. Por otro lado, la tasa promedio por municipio fue de 10.34%.

⁴⁹ Cabe mencionar que, aunque la Tabla 1 señala variables referentes a los distintos niveles académicos, estas no se incluyen en la especificación de nuestro modelo. Sólo se muestran con fines informativos sobre las variables con que contamos en nuestra base.

⁵⁰ Para la estimación de las ecuaciones se empleó el software estadístico Stata versión 14.

⁵¹ Se tomó la decisión de presentar los distintos valores obtenidos de las tasas de retorno de manera gráfica debido a la cantidad de resultados. Sí se desea consultar el detalle de los valores de la tasa para cada municipio, éste se encuentra disponible en el archivo de Excel: Tasa_Retorno.xlsx

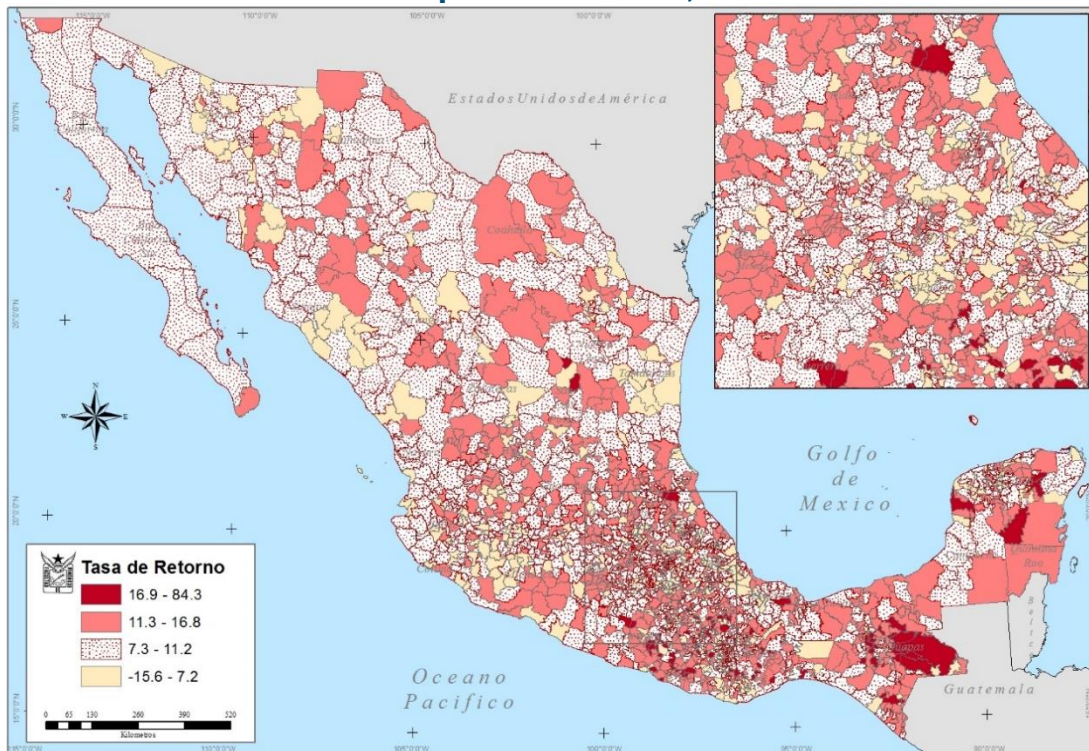
Fig. 28 Valores de la tasa de retorno privada de los municipios de México, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la estimación de la tasa de retorno privada

En el mapa de la Fig. 29, señalamos el comportamiento espacial de la distribución de las tasas de retorno de los municipios del país, en la que podemos notar una distribución heterogénea. Los mayores niveles de la tasa de retorno se focalizan en los municipios pertenecientes a los estados del sur del México. Resultados que señalan un comportamiento similar a los encontrados por otros autores (Urciaga 2004 y Almendarez 2004), en donde se resalta los elevados niveles de las tasas de retorno, para los estados menos desarrollados del país.

Fig. 29. Mapa de cuartiles de la tasa de retorno privada en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la estimación de la tasa de retorno privada

Sin embargo, derivado de los niveles atípicos de las tasas mencionadas anteriormente, en donde al realizar su estimación, se obtuvo un número de observaciones (N) de 4 para Santa Catarina Quioquitan (rendimiento atípico de 84.3%) y una N de 17 observaciones para San Miguel Piedras (rendimiento atípico de -32.2%); así como de otros municipios con una N similar, se decidieron realizar algunas correcciones.

Se consideró la siguiente estrategia: establecimos en primer lugar, un umbral de cien observaciones. Es decir, revisamos los resultados de la N obtenida en cada regresión y seleccionamos los municipios con una N por debajo del umbral. Posteriormente se revisó la posición geográfica de cada municipio, y aquellos que resultaron colindantes y con una N menor a cien, se les sumó el número de sus observaciones.

Los que se encontraban aislados (es decir sin municipios colindantes con una N menor a cien), su número de observaciones fue sumada al municipio inmediato colindante, con una N mayor a cien. Quedando de esta manera los dos o más municipios, con la misma cantidad de observaciones. Una vez realizadas estas modificaciones, volvimos a especificar el

modelo de Mincer de la ecuación (1), introduciendo ahora las variables de Sexo (Sex) y Afiliación a la Seguridad Social (SS) -*pensión y salud*- (ecuación 2); con lo cual tratamos el sesgo de habilidad no observada de los trabajadores (Arango & Bonilla, 2015).

$$\ln Y_{ij} = \alpha + \beta S_{ij} + \gamma_1 Exp_{ij} + \gamma_2 Exp_{ij}^2 + \delta_1 Sex_{ij} + \delta_2 SS_{ij} + u \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, n$$

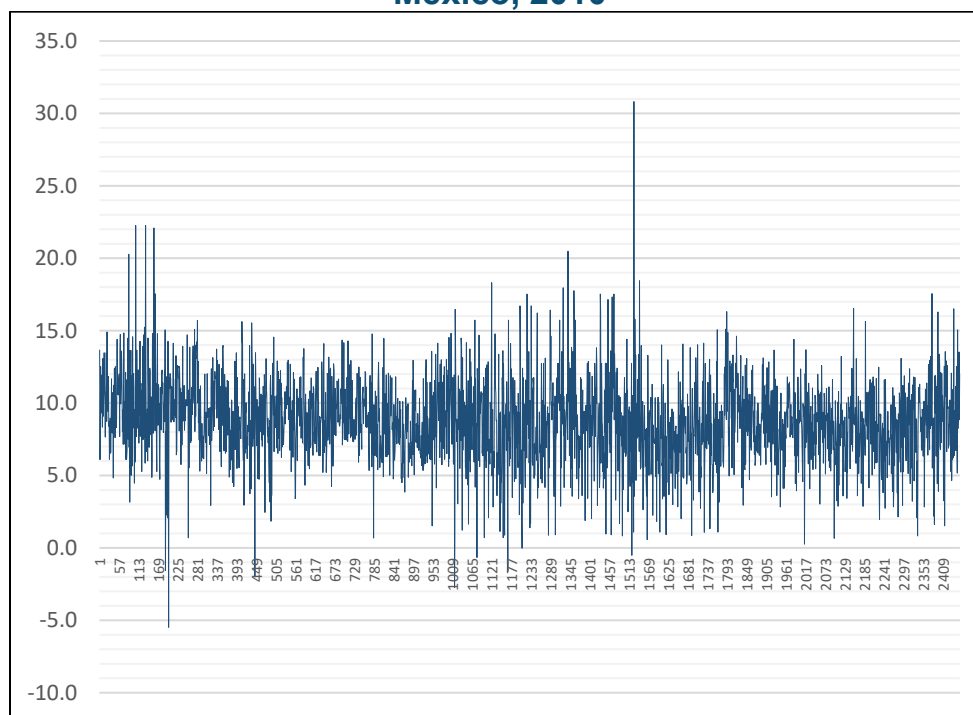
$$j = 1, \dots, s$$

La inclusión de las variables referentes a la afiliación a la seguridad social y sexo, se basa en la idea de que los individuos con mayor capacidad no observada, tienen una mayor probabilidad de estar afiliados a la seguridad social. Esto considerando la alta tasa de informalidad en el mercado laboral mexicano, la cual de acuerdo con cifras de un estudio reciente (Samaniego N. & Murayama C. 2012), afecta al 87.6% de quienes no concluyeron la primaria, al 77.7% de quienes tienen primaria completa y al 59.3% de quienes terminaron la secundaria.

E incluso en términos de género, la informalidad se compone por un 61.1% de hombres y un 38.9% de mujeres. Y no es sino hasta que se alcanza a tener educación media superior y superior que es más probable estar en el sector formal (34.5%). Por lo que una manera de identificar a las personas de mayor productividad, no necesariamente asociado a variables de capital humano, es por medio de estas dos variables (sexo y afiliación a la seguridad social).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, procedimos a calcular nuevamente las tasas de retorno. Obteniendo los siguientes resultados: la tasa de retorno privada promedio de los municipios, disminuyó de 10.64% a 8.78%. A pesar de todavía existir un valor atípico por arriba del 30% de rendimiento (Fig. 30), correspondiente al municipio de Santos Reyes Tepejillo en el estado de Oaxaca, la diferencia de los niveles de las tasas más altas con respecto a los valores precedentes no es tan marcada como en las primeras estimaciones (Fig. 28).

Fig. 30 Valores de la tasa de retorno privada de los municipios de México, 2010

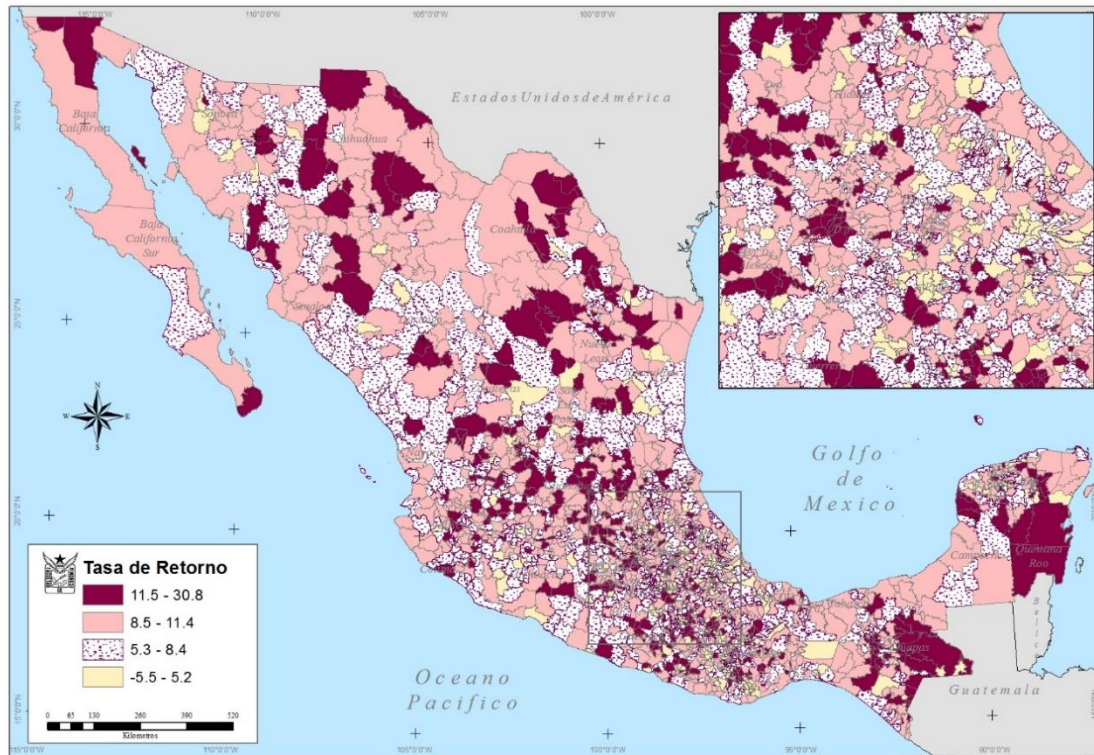


Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la estimación de la tasa de retorno privada

Asimismo, se mejoró la significancia estadística (al 5%, $p\text{-value} < .05$) de las estimaciones. De ser 127 los municipios no estadísticamente significativos en la primera estimación, pasaron a ser solamente 24; con lo que podemos decir que las dos variables *Dummy* y las modificaciones en el número de observaciones, han mejorado de manera importante las estimaciones de la tasa de retorno privada en cada municipio.

Por otra parte, el mapa de cuartiles de la nueva tasa de retorno (Fig. 31), también muestra cambios. Ahora, algunos municipios de la región noroeste de México presentan altas tasas de rendimiento, tal es el caso de los estados de Baja California y Chihuahua. De igual manera se puede apreciar un cambio en la región noreste como Nuevo León y Coahuila. Así como en municipios de la región occidente, pertenecientes a estados como Michoacán, Jalisco y Guanajuato. Además, se mantiene el patrón de los altos retornos en los municipios de los estados de la zona sureste (Fig. 31), mostrados en la Fig. 29, como Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo y Campeche.

Fig.31 Mapa de cuartiles la tasa de retorno privada en los municipios de México, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la estimación de la tasa de retorno privada

3.1.2.1 Análisis Espacial de la Tasa de Retorno Privada

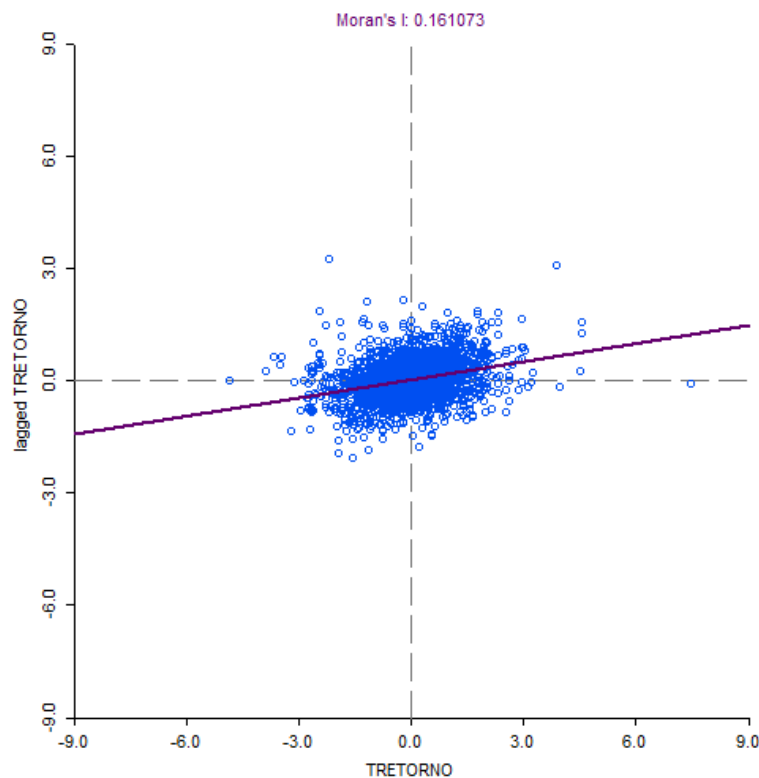
Como hemos reiterado, suponiendo que el conocimiento es esencial en el proceso de crecimiento, esto implicaría que diferentes lugares tienen diferentes perspectivas de crecimiento dadas las diferencias en la accesibilidad del conocimiento (Karlsson C. *et al.*, 2009:03). Rasgo que puede llegar a tener influencia sobre el análisis, a través de la presencia de dependencia espacial. No obstante, podemos abordar esta característica, por medio del estudio de la I estadística de Moran. La I de Moran es expresada de la siguiente forma:

$$I = \left(\frac{N}{S_0} \right) \frac{\sum_i^n \sum_j^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

Donde N es el número de municipios, w_{ij} es la matriz de distancias que define si las áreas i y j , son o no vecinas ($w_{ij}=1$ si las regiones i y j tienen una frontera común, y $w_{ij}=0$ si no

disponen de ella), x_i es la tasa de retorno del municipio i , x_j es la tasa de retorno del municipio j ($i \neq j$), \bar{x} es la media de la tasa de retorno; y s_0 es el factor de normalización, igual a la suma de elementos de la matriz de pesos⁵². El valor de la I de Moran, oscila en el rango de -1 para autocorrelación espacial negativa (cuando las zonas geográficas tienden a estar rodeadas de vecinos con valores muy diferentes) y 1 para autocorrelación espacial positiva (zonas geográficas con valores altos o bajos rodeados de vecinos con valores similares).

Fig. 32 Scatterplot de Moran de la Tasa de Retorno Privada de los municipios de México, 2010



Fuente: Elaboración propia en GeoDa con base en los resultados de las estimaciones de la tasa de retorno privada

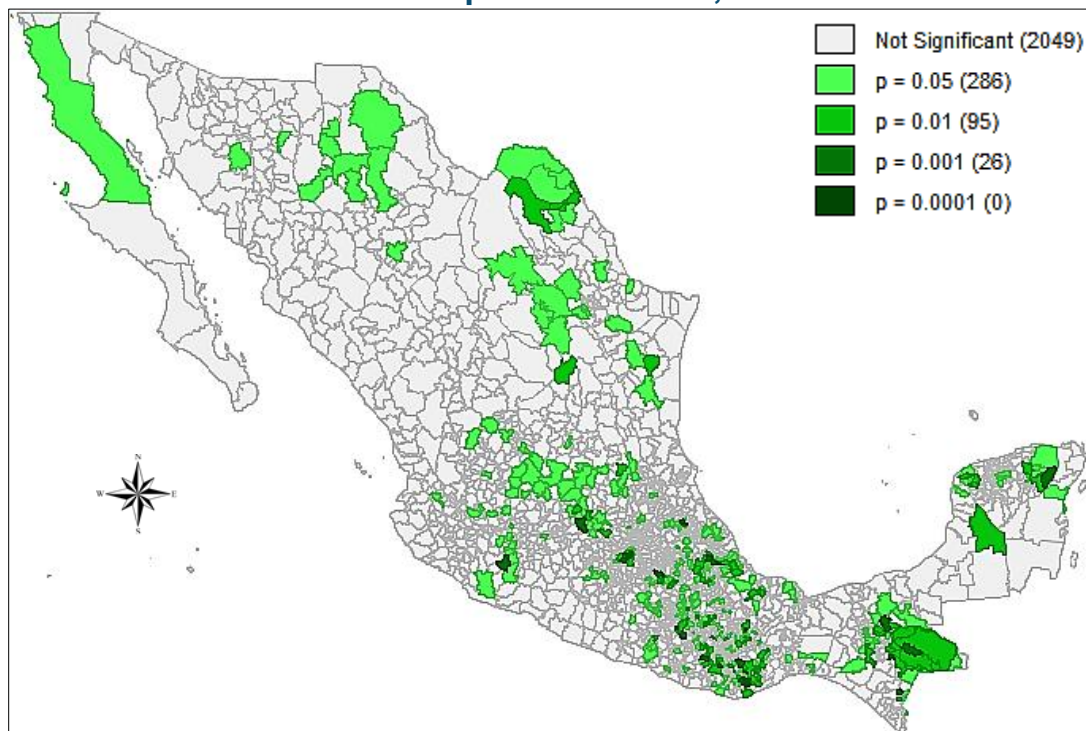
El diagrama de Moran de la tasa de retorno privada (Fig. 32), señala un Índice de Moran positivo con valor de .161073 (autocorrelación positiva). Y significativo al 95%, tratado a 999 permutaciones. Con lo cual se rechaza la hipótesis nula y, en consecuencia, esto nos indica la existencia de una relación directa en términos espaciales, entre valores similares

⁵² Siguiendo la recomendación de Anselin & Bera (1998) y Getis & Ord (2010), hemos adoptado una matriz de contigüidad tipo Queen.

de la Tasa de Retorno en un municipio y los cercanos entre sí. De tal forma que los municipios con valores elevados de la tasa de retorno, se encuentran rodeados de otros municipios en los que la tasa de retorno arroja también valores elevados y viceversa. Por lo que hay una tendencia a la concentración espacial de las tasas de retorno privada. Es decir: existe “contagio” (el nivel del rendimiento educativo en un municipio es influido por el rendimiento en educación de municipios vecinos).

Para identificar el patrón de las relaciones espaciales (asociación espacial local.); recurrimos a los indicadores de autocorrelación local LISA. A través del Mapa de Significancia y de Clusters. El mapa de significancia, como su nombre lo indica, señala la significancia estadística de todos los municipios de la región. Este mapa captura la presencia o ausencia de agrupaciones espaciales significativas para cada ubicación. Posteriormente, auxiliándonos del Mapa de Clusters, identificamos el tipo de clúster, así como su localización geográfica.

Fig. 33 Mapa de significancia de LISA de la Tasa de Retorno Privada de los municipios de México, 2010

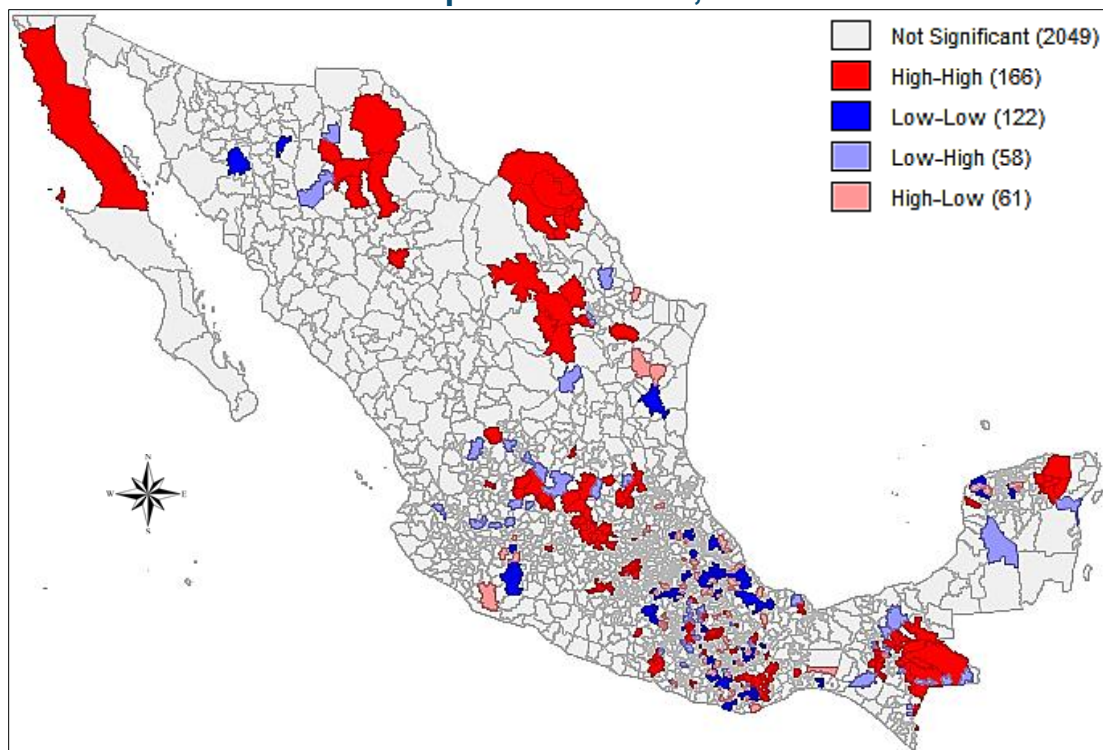


Fuente: Elaboración propia en GeoDa con base en los resultados de las estimaciones de la tasa de retorno privada

De acuerdo con el Mapa de Significancia de LISA de la tasa de retorno privada (Fig. 33), se tiene, a un nivel de significancia de $p = .05$, 286 municipios, a un nivel de significancia del

$p=.01$, 95 municipios, y a un nivel del $p=.001$, 26, los municipios que resultaron estadísticamente significativos. Estos municipios pertenecen principalmente a los estados del sur: Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca y Chiapas. Así como a municipios de los estados de Baja California, Coahuila y Chihuahua. Los demás municipios (2049) no presentan significancia estadística.

Fig. 34 Mapa de Clusters de la Tasa de Retorno Privada de los municipios de México, 2010



Fuente: Elaboración propia en GeoDa con base en los resultados de las estimaciones de la tasa de retorno privada

El Mapa de Clusters por su parte (Fig. 34), identifica cuatro tipo de aglomeraciones: 1) Alto-Alto: 166 municipios pertenecientes, como era de esperarse, a los estados del sur de México, como: Quintana Roo, Guerrero, Chiapas y Oaxaca, así como Baja California, Coahuila y Chihuahua, los cuales tienen un nivel de tasa de retorno por arriba de la media de la región, 2) Alto-Bajo: 61 municipios que presentan una tasa de retorno alta, a pesar de estar rodeado de municipios con valores por debajo de la media, localizados principalmente en los estados del sur así como Michoacán y Tamaulipas.

3) Bajo-Alto: 58 municipios cuyo nivel de capital humano es inferior al nivel de sus municipios vecinos como es el caso de municipios pertenecientes a los estados de Coahuila, Oaxaca, y Chiapas, y por último 4) Bajo-Bajo, 122 municipios cuyo nivel de capital humano está por debajo de la media, localizados básicamente, en Sonora, Tamaulipas y la zona centro y sur del país. Los demás municipios (2049) no presentan una diferencia significativa con el nivel de la tasa de retorno de sus municipios vecinos.

Como hemos visto, la aplicación de métodos de análisis espacial basado en ESDA, para el estudio de los patrones del comportamiento de la tasa de retorno privada en los municipios de México, nos ha permitido concluir un comportamiento heterogéneo en su distribución geográfica. Destacándose el hecho de que, por ejemplo, estados del sur con mayores rezagos en educación, presentan clusters de tasa de retorno privada más elevada. A su vez, la aplicación del Índice de Moran y LISA, concluyó que la agrupación espacial de municipios con mayor tasa de retorno y de municipios con bajo nivel no es aleatoria. Es decir, las regiones se benefician dada su proximidad geográfica.

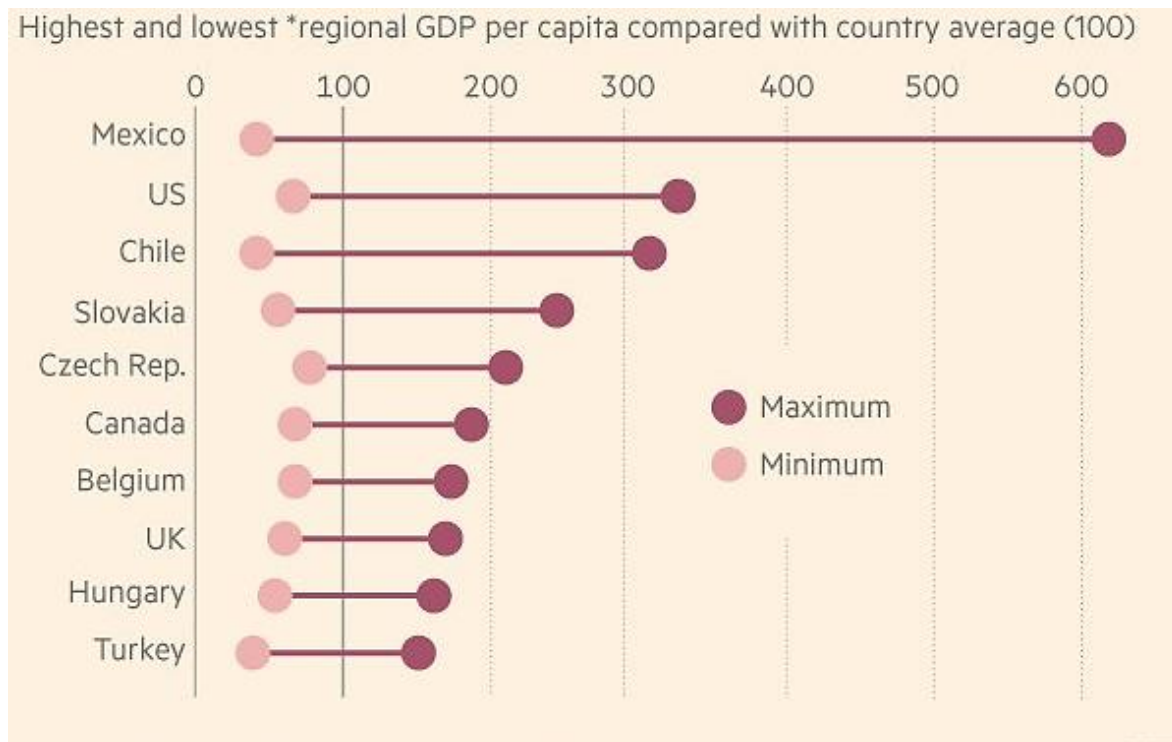
El carácter espacial de nuestros resultados apunta a una necesidad de la implementación de políticas públicas que tomen en cuenta la heterogeneidad espacial de cada región, así como la influencia de regiones vecinas en el nivel de las tasas de retorno de cada municipio. Ya que, por lo regular, en temas de gasto público, se suelen concentrar recursos en territorios con mayores ventajas, con la finalidad de mantener su crecimiento. O bien, algunas estrategias lo miran desde el ángulo contrario.

Tal es el caso de, por ejemplo, la Ley Federal de Zonas Económicas Especiales (ZEE), decretada recientemente (la cual pretende impulsar el crecimiento económico y social de los estados más rezagados del país, principalmente del Sur-Sureste del territorio nacional), es decir: se destinan recursos a territorios con rezago, sin identificar de manera puntual sus necesidades y su correspondiente potencial, incrementando con ello la polarización económica. De tal manera que la desigualdad económica regional se perpetúa.

De acuerdo con datos recientes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), aunque la desigualdad en términos del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, entre los diferentes países miembros de este organismo, se ha reducido en las últimas dos décadas dentro de sus territorios. Algunos países han presenciado un

importante incremento (Cocco F. 2016). Tal es el caso de México, quien posee una alarmante brecha entre las regiones más pobres y más ricas (Véase Fig. 35).

Fig. 35 Desigualdad interregional del PIB per cápita



Fuente: Cocco F. (2016). Mexico has the widest interregional gap between rich and poor, OECD finds. [Figura]. Recuperado de: <http://blogs.ft.com/ftdata/2016/10/12/mexico-has-the-widest-interregional-gap-between-rich-and-poor-oecd-finds/>

3.2 Tasa de Retorno Social y Externalidades

Por lo general, cuando realizamos un análisis de regresión, el objetivo es encontrar un buen ajuste entre los valores predichos y observados de la variable endógena de nuestro modelo. Es decir, es importante descubrir cuál de las variables contribuyen significativamente a la relación lineal. La hipótesis estándar, es que las observaciones no están correlacionadas y, como tal, los residuos ε_i del modelo, siguen una distribución normal con media cero y varianza constante; son independientes y no correlacionadas con la variable endógena.

Sin embargo, si nuestros datos señalan la presencia de dependencia espacial, como hemos mostrado en el apartado anterior, es poco probable que la hipótesis estándar de observaciones no correlacionadas se cumpla. En el caso más común, los residuos siguen mostrando autocorrelación espacial, que se puede manifestar en diferencias regionales

sistemáticas, o incluso a través de una tendencia espacial continua. Esto sugiere que la ubicación física y los efectos de derrama pueden ser incluso más importantes que los factores tradicionales (Quah 1996).

La existencia de derramas espaciales, introduce una forma de simultaneidad en la especificación del modelo econométrico, que refleja la interacción espacial a través de las unidades de observación. Este tipo de simultaneidad no se puede explicar adecuadamente a través de los estimadores econométricos tradicionales (Rey & Montouri 1999), generándose de esta manera una brecha entre los aspectos teóricos tradicionales y la consideración de efectos espaciales.

3.2.1 Metodología

De acuerdo a lo mencionado y a la dependencia espacial encontrada en el análisis espacial de la tasa de retorno privada, nuestra propuesta metodológica en esta sección, se respalda en el uso de la econometría espacial⁵³. Ya que la econometría espacial puede ofrecernos un conjunto de procedimientos, para abordar el tema de los efectos espaciales sugiriendo una serie de estimadores para modelos, que abordan la dependencia espacial de forma explícita. Lo cual puede traducirse en mejoras significativas en nuestros resultados (Rey & Janikas 2005).

De acuerdo con LeSage & Fischer (2008:277), un beneficio de los métodos de regresión espacial, es la habilidad de cuantificar la magnitud de los efectos directos e indirectos, de los cambios en las características regionales sobre, por ejemplo, la tasa de retorno de los individuos en la propia región y el resto de regiones⁵⁴. De tal forma que, el impacto directo promedio, sería la medida que más se acercaría a una interpretación usual de un coeficiente de regresión estático (sin efectos espaciales): la respuesta media de la variable endógena respecto a la exógena.

⁵³ Disciplina desarrollada en los trabajos de Anselin L. (1988), Anselin & Florax (1995), Anselin & Bera (1998), Kelejian & Prucha (1998), quienes propusieron ecuaciones econométricas que toman en consideración la presencia de dependencia espacial, en la variable endógena y en el término de error.

⁵⁴ Grosso modo, el análisis de impactos nos dice que, si cambiamos el valor de la variable x localizada en un punto concreto del espacio, en una unidad, por ejemplo, observaremos cambios en la variable y y en el resto de puntos del espacio. Algunos de ellos se producirán en el mismo lugar donde la variable x se ha alterado (este es el efecto directo) mientras que otros se distribuirán sobre el espacio (es el efecto indirecto). La suma de los dos es el denominado efecto total.

Cabe señalar que existen dos tipos básicos de modelización, que nos permiten la incorporación del efecto espacial: los de forma global y los de forma local (Anselin 2002, y Fotheringham *et al.* 2000). Los modelos globales capturan la estructura espacial a través de un único parámetro que se añade al modelo de regresión tradicional. Los modelos espaciales locales (como el Modelo Geográficamente Ponderado) por otro lado, intentan proveer evidencia sobre las variaciones espaciales en las relaciones. A su vez, se han desarrollado principalmente tres métodos para la estimación de los modelos que incluyen efectos espaciales. Uno se basa en la máxima verosimilitud (ML) que asume una distribución normal de la perturbación aleatoria, otro en Variables Instrumentales o Método Generalizado de Momentos (IV / GMM)⁵⁵, y uno más en el enfoque bayesiano Cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC).

En este sentido, mediremos la presencia e influencia de los efectos espaciales del gasto público en la tasa de retorno de la educación, empleando una modelización de tipo global y un método ML. Para esto, proponemos una ecuación, donde el logaritmo natural de la tasa de retorno privada por municipio (variable endógena) se encuentra en función del logaritmo natural de indicadores del gasto público por municipio (variables exógenas). Las estimaciones las llevamos a cabo, primero a través de un modelo estático (sin efectos espaciales) y posteriormente, a través de un modelo espacial. Esto con la finalidad de observar el cambio en los coeficientes estimados, derivado de la inclusión del espacio.

3.2.2 Modelo Estático

Como punto de partida, especificamos primero una ecuación sin efectos espaciales como se muestra a continuación⁵⁶:

$$\begin{aligned} \ln TR_j = & \alpha + \beta_1 \ln GALUMNO_j + \beta_2 \ln FISM_j + \beta_3 \ln FORTAMUNDF_j \\ & + \beta_4 \ln INFRAESTRUCTURA_j + \beta_5 \ln APFES_j + \beta_6 \ln IDSO_j \\ & + \beta_7 \ln IGOB_j + \beta_8 \ln IDEC_j + \varepsilon_j \end{aligned} \quad (4)$$

$$j = 1, \dots, s$$

⁵⁵ La principal diferencia entre ML y GMM, radica en su funcionamiento bajo los supuestos de las innovaciones, particularmente el supuesto de homocedasticidad o de heterocedasticidad. La ventaja del estimador de Método de Momentos Generalizado es que produce estimaciones consistentes en cualquiera de los dos casos.

⁵⁶ Cabe señalar, que la estimación de estos modelos se lleva a cabo con el software *RStudio* versión 3.3.0 Las librerías empleadas se pueden consultar en la sección de Apéndice.

Donde: TR es la tasa de retorno privada por municipio; *GALUMNO*, el gasto por alumno por municipio, estimado como el gasto estatal en educación entre la matrícula de estudiantes (número de estudiantes que asistieron a clases durante 2010 por municipio); *FISM*, Fondo para la Infraestructura Social Municipal; *FORTAMUNDF*, Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal; *INFRAESTRUCTURA*, se refiere a la infraestructura educativa (planteles, aulas, bibliotecas, laboratorios, talleres y anexos); *APFES*, son Aportaciones Federales y Estatales; *IDSO*, inversión pública en desarrollo socioeconómico; *IGOB*, Inversión pública en gobierno; *IDEC*, inversión pública en desarrollo económico. Por último, j , se refiere al número de municipios de 1... s y ε es el término de perturbación aleatoria que se distribuye según una Normal $(0, \sigma^2 \varepsilon)$.

Si bien la forma más habitual de contrastar la presencia de efectos espaciales, es mediante el test I de Moran. En este caso, el rechazo de la hipótesis nula (H_0) de no aleatoriedad, no brindaría información adicional sobre el modelo espacial conveniente para llevar a cabo las mediciones. Por lo que recurriremos al enfoque de los Multiplicadores de Lagrange (LM), propuestos por Anselin (1988), y sus respectivas versiones robustas propuestas por Anselin *et al.* (1996). Cabe señalar que estos tests se basan en los residuos del modelo MCO y siguen una distribución chi-cuadrada con un grado de libertad.

La importancia de estos contrastes reside en que nos permiten discernir, entre incorporar elementos espaciales ya sea en la variable endógena o en el término de error, de acuerdo con el rechazo o no de su hipótesis nula (ausencia de dependencia espacial). El test LM (lag) contrasta la presencia de un retardo espacial en la variable endógena y el test LM (error) es empleado para detectar una estructura espacial en el término de error.

La versión robusta del test LM (lag), permite detectar una estructura dinámica de la ecuación, siendo robusto a estructuras espaciales en el término de error. Por otro lado, la versión robusta del test LM (error) analiza la falta de correlación en los residuos, siendo robusto a errores de especificación en la estructura dinámica de la ecuación principal (Moreno R. & Vayá E. 2000:82). Si ambos contrastes robustos, LM test robusto (lag) y LM test robusto (error), rechazan H_0 : Existirá evidencia en favor de incorporar dos procesos espaciales, tanto en la parte sistemática, como en la parte aleatoria de nuestro modelo.

De tal manera que podemos establecer la siguiente estrategia de especificación:

- Si la I de Moran rechaza H_0 : Hay evidencia en favor de la inclusión de elementos espaciales en la ecuación.
- Si LM test (error) y LM test robusto (error) rechazan H_0 : Existe evidencia en favor de un modelo de error espacial SEM (*Spatial Error Model*)
- Si LM test (lag) y LM test robusto (lag) rechazan H_0 : Existe evidencia en favor de un modelo de rezago espacial (*Spatial Lag Model*)
- Si no se rechaza H_0 bajo ninguno de los contrastes: Se procede a estimar un modelo sin efectos espaciales

Sin embargo, si bien no pretendemos ignorar los pasos formales para la especificación de un modelo espacial. Cabe señalar que, derivado de que nuestros resultados previos han señalado la existencia de dependencia espacial en la variable endógena (tasa de retorno privada); un modelo donde sólo se incorporen elementos espaciales en el término de error (SEM, *Spatial Error Model*), no sería lo más conveniente.

Ya que el costo de ignorar dependencia espacial en la variable endógena es relativamente alto; esto daría como resultado estimaciones sesgadas y una interpretación inadecuada de los coeficientes (Castro M. *et al.* 2015:8). Considerando además el hecho que lo que deseamos investigar es la presencia de externalidades y la estimación de la tasa de retorno social; por lo que nos centraremos únicamente en modelos espaciales cuya variable endógena incorpore un componente espacial.

3.2.3 Modelo Espacial

Con fines de contraste y de una mejor comprensión de la modelización econométrica espacial de nuestro tema de investigación, hemos elegido estimar principalmente tres modelos espaciales: primero, el Modelo de Rezago Espacial (SLM, *Spatial Lag Model*); después, el Modelo Durbin de Rezago Espacial (SDM, *Spatial Durbin Model*) y al final el modelo SARAR (*Spatial AutoRegressive with additional AutoRegressive error structure*).

Y esto se debe a que las especificaciones SLM, SDM y SARAR, incluyen un rezago espacial en la variable endógena, que introduce efectos *feedback*⁵⁷ (retroalimentación) en el modelo de regresión, los cuales se pueden llegar a extender a la variable exógena. En los modelos espaciales, con presencia de rezago espacial endógeno, siempre se tendrá un efecto marginal que no es único para todas las unidades. Por el contrario, el modelo estático, así como el caso del modelo de error espacial (SEM), no incluyen tal rezago, de manera que no poseen efectos de retroalimentación (LeSage & Pace 2009:34-41).

La consideración particular del modelo SDM se basa principalmente en la recomendación de LeSage & Pace (2009), la cual se centra en dos de sus propiedades: primera, su mayor robustez frente a la omisión de variables exógenas relevantes y segunda, debido a sus características de modelo más general que el modelo SLM o SEM⁵⁸. Una breve descripción de cada modelo se presenta a continuación:

3.2.3.1 Modelo de Rezago Espacial (SLM)

El modelo de rezago espacial incorpora la dependencia espacial sustantiva; es decir, la variable endógena depende de su propio rezago espacial. Cabe señalar, que la estructura de dependencia generada por este tipo de proceso, es mucho más intensa que la contemplada para el caso de la dependencia espacial residual (SEM). El modelo tiene la siguiente estructura:

$$y = \rho W y + X \beta + u \quad (5)$$

$$u \sim N(0, \sigma^2 I_N) \quad (5a)$$

Donde y es un vector ($N \times 1$), $W y$ el rezago espacial de la variable y , X una matriz de K variables exógenas, u un término de ruido blanco, N el número de observaciones, y, por

⁵⁷ El efecto *feedback* se produce debido a que un cambio en una variable exógena en la región i produce un cambio en la variable endógena en dicha región y en sus vecinas, y este cambio en las regiones próximas origina de igual manera variaciones en la región i . Por lo que estos modelos nos resultan convenientes para el cálculo de las externalidades y la tasa de retorno social de la educación.

⁵⁸ En el caso del modelo SEM, se considera la autocorrelación espacial como perturbación, y asume que los errores del modelo se encuentran espacialmente correlacionados.

ultimo ρ el parámetro autorregresivo que recoge la intensidad de las interdependencias entre las observaciones muestrales de la variable endógena. La autocorrelación espacial se modela mediante una relación lineal entre la variable endógena (y) y la variable rezagada espacialmente (Wy) (Anselin & Bera 1998).

En cualquier caso, la interpretación de un coeficiente autorregresivo espacial significativo no siempre es sencilla. Un término significativo del rezago espacial puede indicar una fuerte dependencia espacial, pero también puede indicar una falta de coincidencia de las escalas espaciales entre el fenómeno en estudio y en la que se mide como consecuencia del problema de las unidades de área modificables (MAUP, *por sus siglas en inglés*) (Openshaw y Taylor, 1979).⁵⁹

3.2.3.2 Modelo Durbin de Rezago Espacial (SDM)

Por otro lado, el modelo SDM, permite incluir dos tipos de interdependencias espaciales: los efectos espaciales que se generan a través de la variable endógena y los que provienen de variables exógenas. Este modelo tiene la siguiente expresión:

$$(I - \rho W)y = X\beta + WX\theta + u \quad (6)$$

$$u \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (6a)$$

El modelo presenta los mismos componentes que el modelo SLM, excepto por el estimador θ que corresponde a un nuevo vector de parámetros ($k \times 1$) que según LeSage & Pace (2009) mide el impacto marginal de las variables exógenas de unidades próximas sobre la variable endógena y . A su vez ρ , nos proporciona una medida de la importancia o no, de los efectos espaciales de la variable endógena.

⁵⁹ Se destacan sobre este aspecto la existencia de dos vertientes; una relativa a la influencia de la agregación de las divisiones territoriales y otra referente a la escala elegida. La primera consiste en que los resultados obtenidos pueden variar dependiendo de la forma de las divisiones territoriales empleadas. Por otra parte, el problema de la escala, hace referencia a las posibles inconsistencias en las mediciones que pueden producirse como consecuencia del cambio en el tamaño de las unidades de medida (Pablo-Martí & Muñoz-Yebra, 2009:145).

3.2.3.3 Modelo SARAR

Por último, en el modelo SARAR, los errores estándar son corregidos por heterogeneidad espacial. El modelo puede ser representado de la siguiente forma⁶⁰:

$$y = \rho W y + X \beta + \mu \quad (7)$$

$$\mu = \lambda W \mu + \varepsilon \quad (7a)$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_N) \quad (7b)$$

Donde y es un vector ($N \times 1$), $W y$ el rezago espacial de la variable y ; es decir, la autocorrelación espacial se modela mediante una relación lineal entre la variable endógena (y) y la variable rezagada espacialmente ($W y$) (Anselin & Bera 1998) como en el modelo SLM; y se considera a su vez, la autocorrelación espacial como perturbación (7a), por lo que se asume que los errores del modelo se encuentran espacialmente correlacionados, X es una matriz de K variables exógenas, ε un término de ruido blanco, μ es un vector de errores de dimensión ($N \times 1$) y por último ρ y λ son parámetros espaciales autorregresivos.

Cabe mencionar que el coeficiente ρ muestra la intensidad de la dependencia espacial e indica cómo afectan los cambios en la tasa de retorno privada de un municipio a los municipios vecinos. Un valor alto del indicador señala efectos derrama más altos (mayores efectos indirectos). El coeficiente λ mide la intensidad de la heterogeneidad espacial y muestra la intensidad de las relaciones espaciales en los errores. El coeficiente λ nos señala que un shock aleatorio afectará no sólo a la región en donde se provocó, sino que se transmitirá a todo el sistema. El valor del coeficiente representa la intensidad con la que ese shock se transmite a lo largo del espacio.

⁶⁰ Esta ecuación se refiere al modelo general descrito por Anselin (1988, pp. 64-65, 182-183), con dos parámetros de procesos espaciales, pero sin variables exógenas espacialmente rezagadas.

3.2.4 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la estimación de los modelos estático y espacial:

Tabla 2. Modelo Estático

	Modelo 1	Modelo 2
	Tasa de Retorno Privada	Tasa de Retorno Privada
	β	β
Intercepto	0.1122*** (5.363e-03)	0.10924*** (.0045447)
LGALUMNO	-3.285e-03*** (4.110e-04)	-0.00298*** (.0003494)
LFISM	-8.465e-04*** (2.513e-04)	-0.00079*** (.0002384)
LFORTAMUNDF	9.063e-04*** (2.278e-04)	.000804*** (.0002201)
LINFRAESTRUCTURA	-2-227e-04 (2.498e-04)	
LAPFES	4.388e-05 (9.888e-05)	
LIDSO	-2.122e-05 (2.513e-04)	
LIGOB	-5.038e-05 (1.916e-04)	
LIDEC	1.015e-04 (2.474e-04)	
F-estadística	13.85***	35.64***
R ²	.04332	.04179
AIC	-10831.26	-10837.33
Log.likelihood	5425.632	5423.665
I de Moran	12.401***	12.408***
LM test (lag)	137.89***	138.78***
LM test robusto (lag)	1.6328	3.5286*
LM test (error)	147.25***	150.44***
LM test robusto (error)	10.987***	15.183***
LM SARMA	148.88***	153.97***

Nota: *, **, *** representa significancia al 10%, 5%, 1% respectivamente
En paréntesis el error estándar

Como es posible observar, después de haber estimado la ecuación (4) (Tabla 2, Modelo 1), nuestros resultados señalan que solamente fueron tres variables las que resultaron ser estadísticamente significativas: Gasto por alumno (GALUMNO), FISM y FORTAMUNDF. Por lo que se realizó una segunda estimación, quitando de la ecuación (4), aquellas variables que no fueron estadísticamente relevantes (Modelo 2, Tabla 2).

Después de esta segunda estimación, los resultados nos indican que a pesar de que las variables presentan significancia estadística; tanto el coeficiente del FISM, como el del Gasto por alumno, resultan negativos. Con fines de contraste y comprobación decidimos también calcular ambos modelos considerando la matriz de pesos espaciales, sin embargo, obtuvimos resultados similares (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Modelo 1 Espacial SLM, SDM y SARAR

	Modelo SLM	Modelo SDM	Modelo SARAR
	Tasa de Retorno Privada	Tasa de Retorno Privada	Tasa de Retorno Privada
	β	β	β
Intercepto	8.0612e-02*** (5.363e-03)	7.6430e-02*** (7.1707e-03)	0.14635e-01*** (1.068e-02)
LGALUMNO	-2.8166e-03*** (4.010e-04)	-3.1606e-03*** (6.5542e-04)	-3.4587e-03*** (5.3740e-04)
W-GALUMNO		1.0151e-03 (8.3706e-04)	
LFISM	-6.2134e-04*** (2.4371e-04)	-1.2239e-03** (6.5542e-04)	-1.1943e-03*** (3.9115e-04)
W-FISM		7.2380e-04 (6.3169e-04)	
LFORTAMUNDF	7.1095e-04*** (2.2081e-04)	9.7605e-04* (5.0999e-04)	1.0838e-03*** (3.6829e-04)
W-FORTAMUNDF		-4.4076e-04 (5.8530e-04)	
LINFRAESTRUCTURA	-2.1126e-04 (2.4124e-04)	8.6277e-04 (1.0533e-04)	6.3055e-06 (4.1311e-04)
W-INFRAESTRUCTURA		-9.4930e-04 (6.4440e-04)	
LAPFES	5.3146e-05 (9.5496e-05)	1.1787e-04 (4.0639e-04)	1.2926e-04 (1.0057e-04)
W-APFES		-2.4684e-04 (1.6668e-04)	
LIDSO	-2.6329e-04 (2.4263e-04)	-2.4306e-04 (4.0639e-04)	-2.6974e-04 (3.1267e-04)
W-IDSO		4.0800e-04 (5.3597e-04)	
LIGOB	6.4494e-05 (1.8502e-04)	4.3712e-04 (2.5245e-04)	2.7330e-04 (2.2800e-04)
W-IGOB		-9.1651e-04 (3.4188e-04)	
LIDEC	9.7965e-05 (2.3884e-04)	1.4884e-05 (2.6770e-04)	4.3108e-05 (2.5450e-04)
W-IDEC		6.9570e-06 (4.4880e-04)	
ρ	.31758**	.33197***	-0.3832***
λ			0.60445***
ML residual	.00066	.00065	0.00060
LR test	118.29***	126.43***	140.99***
Log-likelihood	5484.778	5497.212	5496.128
AIC (AIC lm)	-10948(-10831)	-10956(-10832)	-10968(-10831)

Nota: *, **, *** representa significancia al 10%, 5%, 1% respectivamente
En paréntesis el error estándar

Tabla 4. Modelo 2 Espacial SLM, SDM y SARAR

	Modelo SLM	Modelo SDM	Modelo SARAR
	Tasa de Retorno Privada	Tasa de Retorno Privada	Tasa de Retorno Privada
	β	β	β
Intercepto	0.0781*** (0.0052)	0.0743*** (0.00058)	0.14715*** (0.01026)
LGALUMNO	-0.0026*** (0.0003)	-0.00370*** (0.00058)	-0.0035*** (0.00047)
W-GALUMNO		0.002063** (0.00072)	
LFISM	-0.00058*** (0.0002)	-0.00128*** (0.00052)	-0.0012*** (0.00037)
W-FISM		.00082 (0.00061)	
LFORTAMUNDF	.00062*** (0.0002)	0.00121** (0.00049)	0.00108*** (0.00035)
W-FORTAMUNDF		-0.00078 (0.00057)	
ρ	.3176***	.33457***	-0.37387***
λ			0.59634***
ML residual	.00066	.00065	0.00061
LR test	118.63***	129.1***	141.74***
Log-likelihood	5482.978	5490.137	5494.534
AIC (AIC lm)	-10954(-10837)	-10962(-10835)	-10975(-10837)

Nota: *, **, *** representa significancia al 10%, 5%, 1% respectivamente
En paréntesis el error estándar

Derivado de todos los resultados anteriores, se tomó la decisión de crear un indicador compuesto del gasto público⁶¹. Construyendo de esta manera, una nueva ecuación (8), con una única variable de gasto:

$$\ln TR_j = \alpha + \beta \ln GASTO_j + \varepsilon_j \quad (8)$$

$$j=1, \dots, s$$

Los resultados de la estimación del modelo estatico y espacial de la ecuación (8) se presentan en las siguientes tablas:

⁶¹ Este indicador es la suma de las tres variables que resultaron significativas en el Modelo 2. Cabe señalar que, el Fondo para la Infraestructura Social Municipal (FISM) junto con el Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FORTAMUNDF), son los únicos dos recursos del Ramo 33 ejercidos directamente por los municipios. El FISM representa uno de los ingresos más importantes para algunos de los municipios más marginados del país. Está destinado al financiamiento de obras, acciones sociales básicas e inversiones que beneficien a la población en los rubros siguientes: 1. Agua potable. 2. Alcantarillado. 3. Drenaje y letrinas. 4. Electricidad rural y de colonias pobres. 5. Caminos rurales. 6. Urbanización municipal. 7. Infraestructura básica de salud. 8. Infraestructura básica educativa. 9. Infraestructura productiva rural. 10. Mejoramiento de la vivienda.

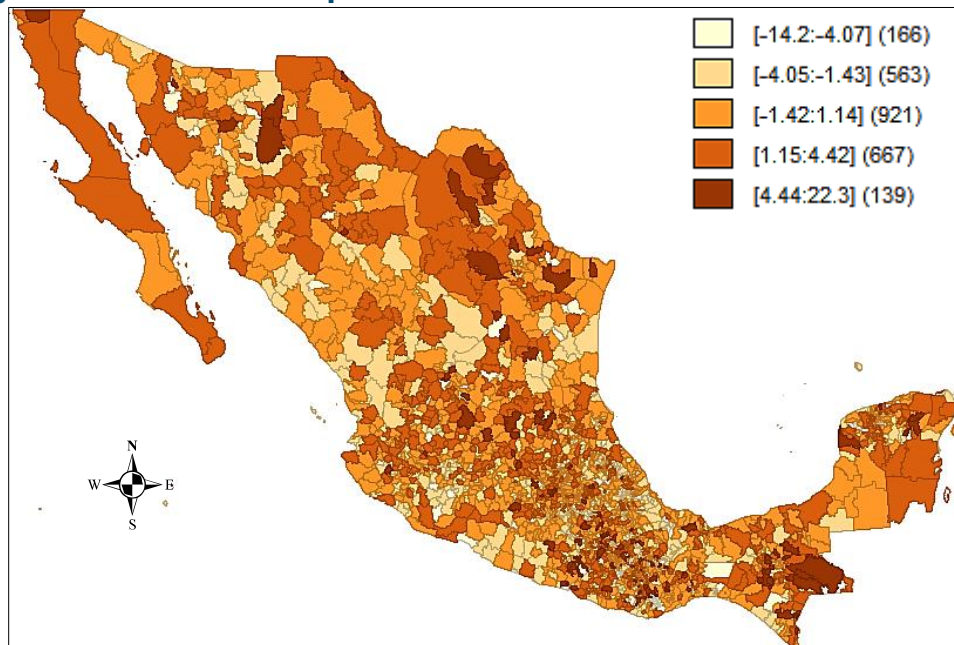
Tabla 5 Modelo Estático

	Modelo 3
	Tasa de Retorno Privada
	β
Intercepto	0.060436*** (0.00449)
LGASTO	.001450*** (.000274)
F-estadística	28.02***
R ²	0.01129
AIC	-10764.38
Log.likelihood	5385.189
I de Moran	13.207***
LM test (lag)	164.99***
LM test robusto (lag)	7.1674***
LM test (error)	172.25***
LM test robusto (error)	7.1674***
LM SARMA	179.42***

Nota: *, **, *** representa significancia al 10%, 5%, 1% respectivamente
En paréntesis el error estándar

De acuerdo con el modelo 3 (Tabla 5): el intercepto y la variable de gasto resultaron estadísticamente significativas al 99%. Considerando que ambas variables se encuentran expresadas en logaritmos, se tiene que, por ejemplo, al aumentar en 10% el gasto en los municipios, la tasa de retorno privada aumenta .015%, es decir, la tasa de retorno privada promedio por municipio pasaría a ser de 8.80%. El R², por otra parte, señala el porcentaje del ajuste que se ha conseguido en nuestro modelo, mismo que es bajo, aunque cabe decir que, al existir dependencia espacial, este coeficiente es poco fiable.

El estadístico de Moran es altamente significativo, lo que sugiere un problema con la autocorrelación espacial. Lo anterior, puede deberse a la exclusión de una variable relevante como la localización o dependencia espacial. Si observamos a su vez la distribución espacial de los residuos, podemos notar patrones de concentración (Fig. 36). Lo que impone una re-evaluación de todos los resultados obtenidos en la tabla 5 y una redefinición del modelo.

Fig. 36 Distribución espacial de los residuos del modelo estático

Fuente: Elaboración propia con los residuos de la estimación del modelo estático

Sin embargo, como ya adelantábamos, mientras que la *I* de Moran tiene un gran poder en la detección de errores de especificación en el modelo (y no sólo de autocorrelación espacial), es menos útil para sugerir qué especificación alternativa debe ser usada. Siguiendo la propuesta de Elhorst (2010), una vez estimado el modelo sin la consideración de efectos espaciales; a continuación, analizamos, con ayuda de los tests LM cuál es el modelo espacial más adecuado.

De acuerdo con los valores de los estadísticos LM del Modelo 3 (Tabla 5), todos ellos rechazan la hipótesis nula ($p\text{-value} < .05$). Lo cual nos indica que, desde un punto de vista econométrico, el Modelo SARAR resulta el más adecuado para modelar el comportamiento de las variables. La última prueba, LM-SARMA, se refiere a la alternativa de un modelo de mayor orden con retardo espacial y términos de error espaciales⁶².

Respecto a los resultados de la estimación de los modelos espaciales, se tiene lo siguiente: Como pudimos notar, en la estimación del modelo estático (Modelo 3, Tabla 5), bastó hacer una simple lectura de su β , para explicar los resultados. Sin embargo, para el caso de los

⁶² Esta última prueba sólo está incluida en aras de mayor exhaustividad en el análisis, ya que no es tan útil en la práctica. Tenderá a ser importante cuando cualquiera, el modelo de rezago o error espacial, sean las alternativas adecuadas, pero no necesariamente la alternativa de mayor orden.

modelos SLM, SDM o SARAR, la lectura no puede hacerse de la misma forma. Por lo que al incrementar en 10% el gasto, no podemos concluir que la tasa de retorno aumenta en .012%, .027% o .023% respectivamente. Y esto se debe los efectos *feedback* mencionados en un inicio. Por lo que, para poder dar una interpretación correcta de los resultados, ha sido necesario calcular también los impactos: Directo, Indirecto y Total, (Tabla 6).

Tabla 6. Modelo 3 espacial SLM, SDM y SARAR

	Modelo SLM	Modelo SDM	Modelo SARAR
	Tasa de Retorno Privada	Tasa de Retorno Privada	Tasa de Retorno Privada
	β	β	β
Intercepto	.034823*** (0.004624)	.044367*** (.005358)	.082013*** (.008995)
LGasto	.001244*** (.0002658)	.0026591*** (.000458)	.002291*** (.000392)
W-Gasto		-0.002029*** (-0.000537)	
ρ	.34189***	.35077***	-0.42077***
λ			0.63398***
ML residual	.00067	.00067	0.00061
LR test	138.62***	145.65***	162.97***
Log-likelihood	5454.495	5461.598	5466.67
AIC (AIC lm)	-10901(-10764)	-10913(-10770)	-10923(-10764)
Impacto Directo	.001273	0.002582	0.002354
Impacto Indirecto	.000617	-0.001612	-0.000742
Impacto Total	.001891	0.000967	0.001612

Nota: *, **, *** representa significancia al 10%, 5%, 1% respectivamente
En paréntesis el error estándar

}De acuerdo con nuestras mediciones se tiene lo siguiente: en el caso del modelo SLM, existe un impacto directo (un cambio en el nivel del gasto de la región j sobre la tasa de retorno privada de esa región), de .0013, lo cual indica un incremento en promedio de .013% en la tasa de retorno privada. Por lo que la tasa de retorno privada, de los municipios, en promedio sería de 8.79%. Y un efecto indirecto de .006% (producidos por los *spillovers* del incremento en el gasto en la región j sobre la tasa de retorno privada de las demás regiones k); esto considerando un aumento del 10% en el nivel del gasto público.

Por otro lado, el efecto total (suma de efecto directo e indirecto) reporta un valor de .001891; de esta forma, un incremento del 10% del gasto en una región, produce un impacto total promedio, de un incremento del .019% de la tasa de retorno privada en todas las otras

regiones. Como es posible apreciar, el impacto es más grande si consideramos un modelo SLM, en comparación con el modelo estático (.015%, Tabla 5, Modelo 3).

Esto se da debido al mecanismo de transmisión geográfica, el cual es incorporado en la forma funcional del modelo. De tal manera que, el impacto total en cada modelo espacial estimado, representa a la tasa de retorno social promedio de los municipios del país, y como podemos ver, esta última tasa es más alta que la tasa de retorno privada. A su vez, el valor del estadístico AIC (*Akaike Information Criterion*) muestra una mejora significativa, con la inclusión del rezago espacial (-10901) en comparación con el modelo estático (-10764).

Por otra parte, de acuerdo con los resultados de la estimación del modelo SDM (Tabla 6), el significativo valor del parámetro autorregresivo estimado ρ (rho) de .3507, es indicativo de la importancia de los efectos espaciales de la tasa de retorno privada. Así, por ejemplo, un incremento del 10% en la tasa de retorno privada en un municipio genera un incremento del 35% de la tasa de retorno en los municipios vecinos.

Cabe señalar que en el modelo SDM consideramos que las externalidades espaciales son un fenómeno de naturaleza sustantiva, más que un proceso de difusión espacial, ligado a las perturbaciones aleatorias.⁶³ El coeficiente del gasto, es significativamente distinto de cero y positivo. No obstante, como ya se señalaba anteriormente, para hacer una correcta interpretación de los cambios producidos por el gasto sobre la tasa de retorno privada, en los términos expresados por LeSage & Pace (2009), fue necesario calcular los impactos directos e indirectos.

En lo concerniente al impacto directo se obtuvo un valor de .002582, lo que significa que ante un aumento del 10% en el gasto genera un aumento promedio de .026% en la tasa de retorno privada. Este impacto positivo es superior al estimado en el modelo SDM (W-Gasto) cuyo valor es de -.020% (Tabla 6). La diferencia entre ambos valores, representa los efectos de *feedback* de los impactos entre las regiones vecinas de una región y la propia región (LeSage & Pace 2009).

⁶³ El modelo de error espacial es rechazado, atendiendo al resultado del test de la ratio de verosimilitud de la restricción de factor común (valor= 6.6318, p=0.01002).

Considerando que la diferencia es muy pequeña, podemos destacar que los efectos de retroalimentación del gasto no son relevantes en términos económicos en este modelo. Respecto a los efectos indirectos⁶⁴ del gasto, que identificamos como *spillovers*, su valor estimado es de -.016%. Este resultado pone de manifiesto que los cambios en el nivel del gasto de todas las regiones k respecto a una región j impactan en el nivel de la tasa de retorno privada de manera negativa. Quedando así una tasa de retorno social de 8.79%.

En relación al modelo SARAR. El coeficiente β estimado (Tabla 6), no tiene tampoco la interpretación usual de un coeficiente de regresión. En el modelo SARAR al igual que en el modelo SLM y SDM, un cambio en la variable endógena puede descomponerse en efectos directos e indirectos. Por lo que una vez calculados se obtuvo lo siguiente.

El impacto directo nos indica que ante un aumento porcentual (del 10%) del gasto en la región j, se tiene un impacto directo del .024% en el nivel de la tasa de retorno privada de esa región, resultando de esta manera, una tasa de retorno privada promedio de los municipios de 8.81%. Por otro lado, el impacto indirecto (impacto en la tasa de retorno privada de la región j, ante cambios producidos por los *spillovers* del incremento gasto en la región k), señala un valor negativo de -.007%. Por lo que de acuerdo con el valor del efecto total (.016%), la tasa de retorno social promedio de los municipios con el modelo SARAR es de 8.80%.

El impacto total también resulta ser mayor si consideramos un modelo SARAR, en comparación con el modelo estático (.015%) (debido al mecanismo de transmisión geográfica). No obstante, es menor en comparación con el modelo SLM (.019%). Esto debido a que el modelo SLM no toma en cuenta la existencia de autocorrelación residual, cosa que sí hace el modelo SARAR, por lo que el efecto indirecto es menor en este último y a su vez, mayor su efecto directo en relación al SLM. Es decir, las externalidades derivadas del gasto tienen un relativo menor impacto sobre la tasa de retorno social de los municipios, en comparación con lo que se observaba en el modelo SDM.

Aunque podemos decir que, desde un punto de vista econométrico, de acuerdo con los tests LM y el bajo valor del estadístico AIC en el modelo SARAR, éste último podría ser el

⁶⁴ Los impactos indirectos en este caso, indican la influencia que tienen sobre la variable endógena en una región j, los cambios en una variable exógena x, en otra región k.

mejor modelo para explicar el comportamiento de nuestras variables. Desde el punto de vista económico de nuestros resultados, el modelo más conveniente para estimar la tasa de retorno social y explicar la existencia de externalidades espaciales, es el modelo SLM, ya que este modelo no presentó un impacto indirecto negativo.

Conclusiones

En la presente investigación se ha realizado el esfuerzo teórico y empírico por abordar el tema del capital humano, bajo un enfoque regional y espacial. Tratando de acotar los elementos clave para entender la influencia que juegan las externalidades espaciales en la estimación de las tasas de retorno privada y social de la educación en México.

Nuestros objetivos fueron los siguientes: i) estimar la tasa de retorno privada para cada uno de los 2,456 municipios en México para el año 2010, con base en una ecuación minceriana por individuo, con factores explicativos de educación y experiencia, entre otros; y, ii) estimar un modelo espacial para la tasa de retorno privada, explicada en función de un indicador del gasto en educación, para probar la presencia de spillovers espaciales y, por tanto, de una tasa de retorno social.

La hipótesis que propusimos fue que la tasa de retorno privada de la educación varía en el espacio (municipios) debido principalmente a la distribución heterogénea del capital humano y que, además, los retornos de la educación tienden a generar spillovers cuando existe dependencia espacial, lo que desemboca en una tasa de retorno social mayor a la privada.

Adicionalmente, el trabajo presentó una metodología que fue de lo particular a lo general, en cuanto a la especificación de los modelos econométricos trabajados. Se partió de un modelo simple, lineal y no espacial; extendiéndonos a una especificación en donde incorporamos los efectos de interacción espacial, necesarios para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos señalados y con ello probar nuestra hipótesis.

Construimos la ecuación estándar de Mincer por individuo, para el cálculo de la tasa de retorno privada por municipio para el año 2010, obteniendo con ello una tasa de retorno privada de 10.64%. Posteriormente, en un segundo paso, modificamos la ecuación de Mincer, corrigiendo el sesgo de habilidad a través de las variables *Dummy*: Sexo y Afiliación a la seguridad social. Con esto, la tasa de retorno privada por municipio pasó a ser de 8.78%.

Respecto al estudio de la dependencia espacial en la tasa de retorno privada. La aplicación de las herramientas disponibles en el análisis ESDA, nos ayudó a encontrar patrones de distribución espacial claramente definidos. El índice de Moran, señaló la presencia de autocorrelación espacial a un nivel global. Para confirmar estas apreciaciones, el mapa LISA de significancia estadística y de clusters, concluyó la existencia de autocorrelación espacial también a nivel local.

Lo anterior destacó la importancia de la inclusión del espacio dentro de la medición de la tasa de retorno social y con ello, la realización de nuestro segundo objetivo. Se especificó una ecuación en donde la tasa de retorno privada fuera expresada en función de una serie de indicadores de gasto público a nivel municipal. Primero mediante un modelo estático y posteriormente a través de un modelo espacial. Esto ha sido importante, ya que la contrastación entre los modelos que incluyen efectos espaciales y los que no, puede ofrecer un juicio sobre si la inclusión del efecto espacial sesga, de alguna forma, los coeficientes del resto de las variables involucradas (Castro M. *et al*, 2015:8).

Los resultados de los coeficientes de nuestras primeras mediciones con el modelo estático, nos llevaron a replantearlo. Derivado de esto, construimos un único indicador compuesto del gasto, como variable exógena. Considerando que nuestras variables se encontraban expresadas en logaritmos, las conclusiones encontradas con del nuevo modelo fueron que: ante un aumento del 10% del gasto público, la tasa de retorno privada presenta un incremento de .015%, es decir, obtuvimos una nueva tasa de retorno privada promedio por municipio de 8.80%.

Posteriormente, incluimos el componente espacial en la ecuación, a través de los modelos espaciales SLM, SDM y SARAR. Y para lograr dar una interpretación coherente de las conclusiones alcanzadas a través de estos modelos, empleamos el procedimiento de LeSage & Pace (2009), el cual nos permitió obtener una medida promedio de los impactos directos, indirectos y totales.

Los modelos SLM, SDM y SARAR mostraron los signos esperados en la variable exógena. Y una notable mejora respecto al modelo estático, de acuerdo con el bajo valor del estadístico AIC. Es decir, como se sostuvo en nuestro planteamiento teórico: controlando la dependencia espacial se mejoraron las estimaciones. Siendo el modelo SLM, desde un punto de vista económico, el que resultó ser el más conveniente para nuestra investigación.

Las conclusiones de este modelo fueron las siguientes: ante un aumento del 10% del gasto público, el modelo SLM reportó un impacto directo (un cambio en el nivel del gasto de la región j sobre la tasa de retorno privada de esa región) de .013% en la tasa de retorno privada. Y un efecto indirecto de .006% por ciento (producido por los *spillovers* del incremento en el gasto en la región j sobre la tasa de retorno privada de las demás regiones k). Por otro lado, el efecto total (suma de efecto directo e indirecto) reportó un valor de .019%, resultando con ello una tasa de retorno social de 8.80%.

Considerando el valor del impacto directo del gasto sobre la tasa de retorno privada de .013% y el impacto total de .019%, concluimos que esta diferencia se ha generado por la presencia de externalidades. Lo anterior, como podemos ver, resulta en una tasa de retorno social mayor, que la privada. Adicionalmente, el valor del parámetro autorregresivo, estimado a través de modelo SDM, ha puesto de manifiesto que, ante un aumento del 10% de la tasa de retorno privada en una región se genera un incremento del 35% en la tasa de retorno privada de los demás municipios. Estas conclusiones nos llevan a constatar el cumplimiento de nuestra hipótesis. Es decir, los retornos de la educación tienden a generar *spillovers* cuando existe dependencia espacial, lo que desemboca a su vez, en una tasa de retorno social mayor a la privada.

El impacto directo del gasto, es incrementado por las externalidades, generando así un impacto promedio total aún mayor, que si no se tuvieran en cuenta las externalidades espaciales. Esto resalta a su vez, las ventajas relativas que adquieren los municipios del país como consecuencia de los cambios en las dotaciones de capital humano y el gasto, y también con ello, la importancia de tener en cuenta la distribución espacial heterogénea del capital humano. Cabe agregar, que el alcance geográfico de las externalidades no tiene por qué ser el mismo para todos los tipos de externalidades; el retorno social para un municipio no tiene por qué ser igual a la rentabilidad social para un estado o un país.

Por otra parte, los bajos valores de los impactos del gasto sobre las tasas de retorno, junto con los efectos indirectos negativos reportados en los modelos SDM y SARAR (Tabla 6); nos han llevado a plantear un par de hipótesis adicionales las cuales, a su vez, dejan abierta la puerta a una futura investigación: a) primera: probablemente se requiera de variables distintas al gasto (pero que podamos encontrar disponibles a nivel municipal). Por lo regular en la estimación de las tasas de retorno social, sólo se toman en cuenta los costos directos (los que se traducen en egresos) que demanda la estrategia educativa de cada gobierno.

No obstante, existe, por ejemplo, un costo que es igualmente importante. Representado por el potencial de crecimiento en la dotación de capital humano que no se concreta, como consecuencia del déficit educativo existente. Una primera aproximación a la inclusión de este costo, pudiera ser a través de la consideración del rezago educativo en México. El cual de acuerdo con datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval): 22.4 millones de mexicanos (18.7% de la población) presentan rezago educativo, e incluso en términos de decil de ingreso, se observa que el rezago impacta más en la población menos favorecida (Puga J. 2015).

b) segunda: que la existencia de los impactos negativos, se deba a la presencia de grandes ciudades que estén atrayendo capital humano, por lo que el gasto público en los municipios circundantes, no tenga el efecto deseado. Lo cual, desde un punto de vista econométrico, nos llevaría a técnicas de medición más sofisticadas, como la estimación de un Modelo Geográficamente Ponderado, que ayudaría a analizar específicamente en qué municipios el gasto sí presenta un efecto importante y en cuáles no.

No se puede negar que el gasto público llega a tener influencia en el capital humano y el ingreso de las personas y, por ende, repercutir en el crecimiento y desarrollo económico del país, como lo han señalado diversas investigaciones. Sin embargo, derivado de los bajos valores de los impactos obtenidos, cabe llamar la atención sobre un punto adicional importante, que posiblemente nos ayude a comprender esos niveles. De acuerdo con datos de la OCDE, aunque México gaste un porcentaje de su PIB en educación similar al de otros países de este organismo. La realidad es que el presupuesto por alumno sigue siendo ineficiente (OCDE, 2015).

Esto explicaría en parte, el por qué una proporción importante de los estudiantes tenga habilidades académicas que van de insuficientes a elementales. De acuerdo con el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) 2012; 55% de los alumnos mexicanos menores 15 años, no alcanzan el nivel de competencias básico en matemáticas. En el caso de lectura y ciencias se reportan datos similares: 41% y 50% respectivamente, de los alumnos mexicanos, son de bajo desempeño (OCDE, 2012). Si a lo anterior le sumamos el hecho de cómo se invierte el gasto, la situación empeora.

La OCDE señala que poco más del 92% del presupuesto total en educación primaria, secundaria y media superior en el país, se destina a remuneración del personal, y alrededor de 83% es exclusivamente para los salarios de los maestros. Se trata de las mayores proporciones observadas entre los países de la OCDE, donde el promedio entre sus miembros es de apenas poco más del 63% (OCDE 2015). Por lo que entonces el gasto no se estaría usando realmente para fomentar el aprendizaje.

Como comentario final, queremos destacar la información brindada en la sección de *Apéndice*, en donde se incorpora el código de *RStudio* utilizado en la estimación de los diferentes modelos, así como de otras pruebas llevadas a cabo durante nuestro trabajo. Esperando con esto, ayudar a incentivar el desarrollo de nuevos retos de investigación dentro del campo de la economía urbana y regional.

Referencias

- Abreu M.; Groot HLF., & Florax RJG. (2005): "Space and growth: a survey of empirical evidence and methods", *Regional Development*, no. 21, pp. 12–43
- Acemoglu, D. (1996): "A Microfundation for Social Increasing Returns in Human Capital Accumulation", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 111, no. 3, pp. 779-804
- Acemoglu, D., & Angrist, J. (2000): "How large are human capital externalities? Evidence from compulsory schooling laws", En: B. Bernanke and K. Rogoff (Eds) NBER Macroeconomics Annual, pp. 9–59. Cambridge, MA: MIT Press
- Acevedo B. & Quintana L. (2014): "Determinantes de la desigualdad salarial en las regiones de México 2005-2010. Una visión alternativa a la teoría del capital humano", en *Paradigma económico*, vol. 6, no. 1, pp. 33-48
- Acevedo, I., & Velásquez E. (2008): "Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales", *Ecos de Economía* no. 27, medellin, pp. 9-34
- Ahmed, S. (2009): "Human Capital And Regional Growth: A Spatial Econometric Analysis of Pakistan", *Universita degli Studi di Trento*, pp. 1-41
- Almendarez, M., (2004): "Un análisis económico de la relación ingresos–educación. Una aproximación de capital humano para México" Tesis de maestría, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte.
- Anselin, L. (1988): "Spatial econometrics: Methods and models", Kluwer Academic publishers, Dordrecht.
- (1999): "Spatial Econometrics", Bruton Center, School of Social Sciences, Richardson, University of Texas at Dallas, pp. 1-30.
- (2005): "Exploring Spatial Data With GeoDa: A Workbook", *Centre for Spatially Integrated Social Science*, pp. 1-226
- (2002): "Under the hood: Issues in the specification and interpretation of spatial regression models," *Agricultural Economics*, Blackwell, vol. 27, no.3, pp. 247-267, November
- Anselin, L., & Bera, A. (1998): "Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics", en Giles, D., y Ullah, A. (eds.), *Handbook of applied economic statistics*, Marcel Dekker.
- Anselin, L., & Florax, J. (1995): "New directions in spatial econometrics: Introduction", en Anselin, L., y Florax, J. (eds.), *New directions in spatial econometrics*, Springer.

- Anselin, L.; Bera, A.; Florax, R., & Yoon, M. (1996) "Simple Diagnostic Tests for Spatial Dependence", *Regional Science and Urban Economics*, Elsevier vol. 26, no. 1, pp. 77-104, February
- Antonelli, C. & Barbiellini F. (2012): "The Dynamics of Knowledge Externalities. Localised Technological Change in Italy", *Regional Studies*, Taylor & Francis Journals, vol. 46, no.7, pp. 977-980
- Arango, L. & Bonilla G. (2015): "Human capital agglomeration and social returns to education in Colombia", *Borradores de Economía*, no. 883, pp. 1-23
- Arrow, K. (1973): "Higher education as a filter". *Journal of Public Economics*, vol. 2, no. 3, 193–216.
- Asuad, S., N. E. (2001): "Economía regional y urbana. Introducción a las teorías, técnicas y metodologías básicas", *Colegio de Puebla A.C. y BUAP*, Puebla, México.
- (2014): "Pensamiento Económico y Espacio" Colección: Economía Regional y Urbana, Vol. primero, UNAM.
- Barceinas, F., (1999): "Función de ingresos y rendimientos educativos en México" *Estudios Económicos*, vol. 14, no. 1, pp. 87-127.
- (2002): "Rendimientos privados y sociales de la educación en México." *Economía Mexicana. Nueva Época*, vol. 11, no. 2, pp. 333-390.
- Barceinas, F., & Raymond, J. (2003): "¿Es rentable para el sector público subsidiar la educación en México?" *Investigación Económica*, Facultad de Economía, vol. 62, no. 244, abril-junio, pp. 141-163
- Becker, G. S. (1964): "Human Capital", 1st ed. (New York: Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research)
- (2002): "The age of human capital". En: Lazear EP (ed) *Education in the Twenty-First Century*, Hoover Institution Press, pp- 3–8
- (2004): "Capital humano y pobreza" en *Lexicón: Términos ambiguos y discutidos sobre familia, vida y cuestiones éticas*, Madrid 2ª Ed. pp. 77-82
- Berry, C. R., & Glaeser, E. L. (2005): "The Divergence of Human Capital Levels Across Cities", *NBER Working Paper*, no. 11617, September
- Bildirici, M.; Sunal, S.; Aykac Alp, E., & Orcan, M. (2005): "Determinants of Human Capital Theory, Growth and Brain Drain: An Econometric Analysis for 77 Countries". *Applied Econometrics and International Development*, vol. 5, no. 2, pp. 109–140.
- Blaug, Mark (1976): "The Empirical Status of Human Capital Theory: A Slightly Jaundiced Survey", *Journal of Economic Literature*, vol. 14 no. 3, pp. 827-855

- Blundell, R.; Dearden, L. & Sianesi, B. (2005): "Evaluating the Effect of education on Earnings: Models, methods and results from the National Child Delevopment Survey", *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 168, pp. 473-512.
- Blundell R.; Dearden L.; Meghir C., & Sianesi B. (1999): "Human Capital Investment: The Returns from Education and Training to the Individual, the Firm and the Economy" *Institute for Fiscal Studies*, vol. 20, no. 1, pp.1-23
- Bracho, T., & Zamudio, A. (1994): "Los rendimientos económicos de la escolaridad en México, 1989", *Economía Mexicana. Nueva Época*, vol 3, no. 2, pp. 345-377.
- Buendía J., & Sánchez M. (2015): "Efectos del capital humano sobre la productividad del trabajo bajo condiciones de dependencia espacial: El caso de las provincias españolas", *Tribuna de Economía*, Marzo-Abril, no. 883, pp. 183-195
- Card, D. (2001): "Estimating the Return to Schooling: Progress on Some Persistent Econometric Problems" *Econometrica*, Vol. 69, No. 5. (Sep.), pp. 1127-1160.
- Cardona, M.; Montes I.; Vásquez J.; Villegas M., & Brito T. (2007): "Capital Humano: Una mirada desde la educación y la experiencia laboral", *Semillero de Investigación en Economía de EAFIT –SIEDE–*, Grupo de Estudios Sectoriales y Territoriales –ESyT, Documento 56, Medellín, pp. 1-36.
- Carnoy, M. (1967): "Earnings and schooling in Mexico", *Economic Development and Cultural Change*, pp. 408-419.
- (1994): "Rates of Return to Education", *International Encyclopedia of Education*. M. Carnoy, Pergamon: 4913-4918
- Castro, M., Foster W. & Ortega J. (2015): "Análisis de correlación espacial en el precio de la tierra de uso agrícola en Chile periodo 2000-2008", 20° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México, AMECIDER – CRIM, UNAM, pp. 1-23
- Cebeci E.; Algan N., & Cankaya S. (2015): "The returns of the education in the context of micro-macro analysis", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 174, pp. 916-925.
- Cicchcone, A., & Peri, G. (2006): "Identifying Human-Capital Externalities: Theory with Applications", *Review of Economic Studies*, no. 73(2), pp. 381-412
- Cocco F. (2016) "Mexico has the widest interregional gap between rich and poor, OECD finds", (Consultado el 20 de octubre del 2016), página Web del Financial Times (Blog FT Data): <http://blogs.ft.com/ftdata/2016/10/12/mexico-has-the-widest-interregional-gap-between-rich-and-poor-oecd-finds/>

- De la Fuente, A. & Ciccone, A. (2002): "Human capital and growth in a global and knowledge-based economy", *Report for the European Commission*, DG for Employment and Social Affairs
- Del Campo O.; Salcines C., & Venancio J. (2008): "El valor económico de la educación a través del pensamiento económico en el siglo XX", *Revista de la Educación Superior*, vol. 37, no. 147, pp. 45-61.
- Dessus, S., (2001): "Human Capital and Growth: The Recovered Role of Educational Systems", *Policy Research Working Paper*, no. 2632, World Bank, Washington.
- Díaz, A. M. (2013): "The employment advantages of skilled urban municipalities in Colombia", *Ensayos sobre Política Económica (ESPE)*, Banco de la Republica, vol. 31, no. 70, pp. 316-366.
- Doyle, W. & Skinner B. (2016): "Estimating the education-earnings equation using geographic variation", *Economics of Education Review*, vol. 53, pp. 1-14
- Ehrlich I. & Murphy K. M. (2007): "Why Does Human Capital Need a Journal?" *Journal of Human Capital*, University of Chicago Press, vol. 1, no. 1, pp. 1-7.
- Elhorst, J. P. (2010): "Applied Spatial Econometrics: Raising the Bar", *Spatial Economic Analysis*, Taylor & Francis Journals, vol. 5, no.1, pp. 9-28
- (2011): "Spatial Panel Models", Mimeo, September.
- Fingleton, B., & López-Bazo E., (2006): "Empirical Growth Models with Spatial Effects", *Papers in Regional Science*, Regional Science Association International, vol. 85, no. 2, pp. 177-198
- Fotheringham, A.; Bunsden, C., & Charlton M. (2000): "Quantitative Geography". London: Sage.
- García, B. (2001): "Educación, capital humano y crecimiento", *Ciencia ergo sum*, vol. 8, no. 1, UAEM.
- García, M. J.; Tomasetti, S. E., & Sanchez, Vidal J. (2013): "Una aplicación del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) con GeoDA en el Fracaso Empresarial en España", *VI Jornadas de Introducción a la Investigación de la UPCT*, pp. 145-147.
- Gemmell, N. (1997) "Externalities to Higher Education," Report to the National Committee of Inquiry into Higher Education, HMSO Copyright Unit, St Clements House, Norwich.
- Gennaioli, N.; La Porta, R.; Lopez-de-Silanes, F. & Shleifer, A. (2013): "Human Capital and Regional Development", *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 105-164
- Getis A. & Ord J. (2010): "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics", serie: *Advances in Spatial Science* pp. 127-145

- Glewwe, P. (1996): "The relevance of standard estimates of rates of return to schooling for education policy: A critical assessment", *Journal of Development Economics*, vol. 51, no. 2, pp. 267-290.
- Griliches, Z. (1977): "Estimating the returns to schooling: Some econometric problems", *Econometrica*, vol. 45, no. 2, pp. 1–22.
- Haider, S.; Bourdon J., & Aslam M. (2013): "Economic Returns to Education in France: OLS and Instrumental Variable Estimations", *The Lahore Journal of Economics*, vol. 18, no. 2, pp. 51-63.
- Han, T-S.; Lin, C. Y-Y., & Chen, M. Y-C. (2008): "Developing human capital indicators: a three-way approach", *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, vol. 5, nos. 3-4, pp. 387-403.
- Heckman, J. & Klenow P. (1998): "Human Capital Policy," Michael Boskin (editor) Policies to Promote Capital Formation Hoover Institution.
- Heckman, J.; Lochner, L., & Todd, P. (2006): "Earnings Functions, Rates of Return and Treatment Effects: The Mincer Equation and Beyond". en E. A. Hanushek and F. Welch (eds.) *Handbook of the Economics of Education*, vol. 1, Elsevier Press: Amsterdam.
- (2008): "Earnings functions and rates of return", *Journal of Human Capital*, University of Chicago Press, vol. 2, no.1, pp. 1–31.
- Heckman, J., & Polachek, S. (1974): "Empirical evidence on functional form of the earnings–schooling relationship", *Journal of the American Statistical Association*, no. 69, pp. 350–354.
- Heuermann, D.F. (2009): "Career Networks and Job Matching-Evidence on the Microeconomic Foundations of Human Capital Externalities", *Institute for Labour Law and Industrial Relations*, No. 01/2009, pp. 1-39.
- Jacobs, J. (1969): "The Economies of Cities", New York: Random House.
- Karlsson, C.; Johansson, B., & Stough, R. (2009) "Human Capital, Talent and Regional Growth" The Royal Institute of Technology, Centre of Excellence for Science and Innovation Studies (CESIS), paper no. 191, pp. 1-17
- Kelejian, H., y Prucha, I. (1998): "A generalized spatial two-stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, pp. 99-121.
- Kido, A., & Kido. M. T. (2014): "Modelos teóricos del capital humano y señalización: un estudio para México" *Contaduría y Administración*, vol. 60, pp. 723-734.

- Kimenyi, M.S.; Mwabu G., & Kulundu D. (2006): "Human capital externalities and private returns to education in Kenya", *Eastern Economic Journal*, vol. 32, no. 3, pp. 1-21
- Krueger, A. B., & Lindahl, M. (2001): "Education for Growth: Why and For Whom?", *Journal of Economic Literature*, American Economic Association, vol. 39, no. 4. pp. 1101-1136
- Lange, F., & Topel R. (2004): "The Social Value of Education and Human Capital" en *Handbook of the Economics of Education*, vol. 1, pp 1-70
- LeSage, J., & Fischer, M. (2008): "Spatial growth regression: Model specification, estimation and interpretation", *Spatial Economic Analysis*, Taylor & Francis Journals vol. 3, no. 3, pp. 275–304.
- LeSage, J. & Pace, R. (2009): "Introduction to Spatial Econometrics" CRC Press, Boca Raton, FL.
- Leyva, S., & Cárdenas A. (2002): "Economía de la educación: capital humano y rendimiento educativo", *Análisis Económico*, vol. 17, no. 36, pp. 79-106
- Lobao, L.; Hooks, G., & Tickamyer, A. (eds.)(2007): "The Sociology of Spatial Inequality". Albany: The State University of New York Press.
- López-Bazo, E., & Moreno, R. (2007): "Regional Heterogeneity in the Private and Social Returns to Human Capital", *Spatial Economic Analysis*, Taylor & Francis Journals, vol. 2, no.1.
- Lucas, R. (1988): "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 22(1), pp. 3-42.
- Llamas, H., I. (1999): "La inversión en capital humano en México", *Revista Comercio Exterior*, vol. 49, no. 4, México, pp. 381-389.
- Marshall, A. (1890), "Principles of Economics", 8ª ed., Macmillan
- (1964): "Elements of economics of Industry" MacMillan and CO. LTD, vol. 1,
- Martínez, Ma. E. (1997): "El papel de la educación en el pensamiento económico". En: revista *Aportes*. Revista de la Facultad de Economía de la BUAP, año 1, números 3 y 4, septiembre - diciembre de 1996, enero–abril de 1997. pp. 107-133
- McMahon, W.W. (2007): "An Analysis of Education Externalities with Applications to Development in the Deep South", *Contemporary Economic Policy*, vol. 25, no. 3, pp. 459-482.
- Mehta, A. & Villarreal, H. (2005): "Sheepskins effects in Mexico: evidence with attention to worker Heterogeneity", Mimeo.

- Mellander, C., & Florida R. (2012): "The Rise of Skills: Human Capital, the Creative Class and Regional Development" *Centre of Excellence for Science and Innovation Studies (CESIS)*, no. 266, pp. 1-26
- Mincer, J. (1958): "Investment in Human Capital and Personal Income Distribution". *The Journal of Political Economy*, vol.66, no.4, pp. 281-302
- (1974): "Schooling, Experience, and Earnings", *National Bureau of Economic Research*, Columbia University Press, NewYork.
- Mingat, A., & Tan J-P (1996): "The Full social returns to education: estimates based on countries' economic growth performance", *Human Capital Development Working Paper*, World Bank, pp. 1-20
- Montenegro, C. & Patrinos H. (2014): "Comparable Estimates of Returns to Schooling Around the World" *Policy Research Working Paper*, World Bank, pp. 1-41
- Morales-Ramos, E., (2011): "Los Rendimientos de Educación en México" *Documentos de Investigación 2011-07*, BANXICO, pp. 1-27
- Moreno, R., & Vayá, E. (2000): "Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: la econometría espacial", Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- Moretti, E., (1998): "Social Returns to Education and Human Capital Externalities: Evidence from Cities." *Center for Labor Economics*, Working Paper No. 9. University of California, Berkeley (December).
- (2003) "Human Capital Externalities in Cities", UCLA
- (2004): "Human Capital Externalities in Cities" En: Henderson, V. y Thisse, J.F. (comps.). *Handbook of Regional and Urban Economics*, vol. 4: Cities and Geography
- (2012): "The New Geography of Jobs", Houghton Mifflin, New York.
- Nickell, S. (1979): "Education and Lifetime Patterns of Unemployment," *Journal of Political Economy*, vol. 87, no.5, pp. S117–S131
- O'Connor, D., & Lunati M. (2002): "Apertura económica y demanda de trabajo calificado en los países en desarrollo: teoría y hechos", revista *Comercio Exterior*, vol. 52, no. 4, pp. 282-298
- OCDE (2007): "The Value of People" Cap. 2, *OECD Insights: Human Capital*
- OCDE (2012) "Resultados PISA", Nota país.
- OCDE (2015): "Panorama de la educación", Nota País.
- Olaniyan, D. A., & Okemakinde T. (2008): "Human Capital Theory: Implications for Educational Development", *Pakistan Journal of Social Sciences*, vol. 5, no. 5, pp. 479-483

- Openshaw, S & Taylor PJ (1979): "A million or so correlation coefficients: three experiments on the modifiable areal unit problema" en: Wrigley N (ed) *Statistical applications in the spatial sciences*. Pion, London, pp 127–144
- Oreopoulos, P., & Petronijevic, U. (2013): "Making college worth it: A review of the returns to higher education" *Future of Children*, vol. 23, no. 1, pp. 41-65
- Pablo-Martí, F. & Muñoz-Yebra, C. (2009): "Localización empresarial y economías de aglomeración: el debate en torno a la agregación espacial", *Investigaciones Regionales* no. 15, pp. 139-166.
- Pantoja, F. J. (2010): "Rentabilidad de la inversión en educación. Beneficios privados y sociales." revista *Gestión & Desarrollo*, vol. 7, no. 2, Facultad de Ciencias Económicas, pp. 49-62.
- Peet, Evan D.; Fink G., & Fawzi W. (2015): "Returns to education in developing countries: Evidence from the living standards and measurement study surveys", *Economics of Education Review*, vol. 49, pp. 69-90.
- Psacharopoulos, G. (1985): "Returns to Education: A Further International Update and Implication". *Journal of Human Resources*, vol 20, no. 4, pp. 583-604
- (1994): "Returns to Investment in Education: A Global Update", *World Development*, Pergamon, vol. 22, no. 9, pp. 1325-1343.
- (1995): "The Profitability of Investment in Education: Concepts and Methods", *Human Capital Development and Operations Policy Working Papers* No. 15280. Washington, DC: World Bank.
- Psacharopoulos, & Y. C. Ng (1992): "Earnings and education in Latin America: assessing priorities for schooling investments", *World Bank Policy Research*, Working Paper 1056,
- Psacharopoulos, G. & H. A. Patrinos (2004): "Returns to Investment in Education: A Further Update." *Education Economics*, vol. 12, no. 2, pp. 111-134.
- Puga, J. (2015): "Desigualdad y educación: los resultados del Coneval" (consultado el 23 de octubre del 2016). Disponible en la página Web: <http://www.educacionfutura.org/desigualdad-y-educacion-los-resultados-del-coneval/>
- Quah, D. (1993): "Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 95, no. 4, pp. 427-443.
- Racine, J. & Hyndman R. (2002): "Using R to Teach Econometrics," *Journal of Applied Econometrics*, vol. 17, no. 2, pp. 149-174.
- Rauch, J. E. (1991): "Productivity Gains from Geographic Concentration of Human Capital: Evidence from the Cities", *Journal of Urban Economics*, vol. 34, p. 380-400

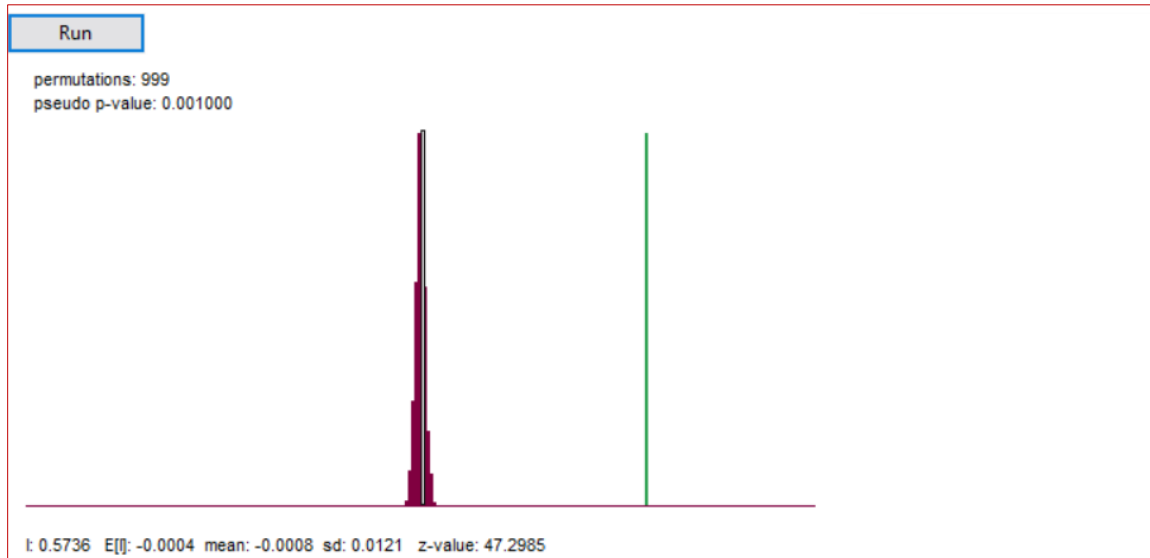
- (1993): "Economic Development, Urban Underemployment, and Income Inequality" *Canadian Journal of Economics*, Canadian Economics Association, vol. 26(4), pp 901-18,
- Rey, S., & Janikas M. (2005): "Regional convergence, inequality and space", *Journal of Economic Geography*, vol. 5, no. 2 pp.155–176.
- Rey, S., & Montouri B. (1999): "US regional income convergence: a spatial econometric perspective", *Regional Studies*, vol. 33, no. 2, pp. 143–156
- Riveros, L. (1983): "El retorno privado y social de la educación en Chile", Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile, *Cuadernos de Economía*, Año 20, no. 60, pp. 191-210
- Rojas, M.; Angulo H., & Velázquez I. (2000): "Rentabilidad de la Inversión del capital Humano en México", *Economía Mexicana. Nueva Época*, vol. 9, no. 2, pp. 113-142
- Romer, P. M. (1986): "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, vol. 94, no. 5, pp. 1002-1037.
- (1990): "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, Parte 2.
- Rosen, H. S. (1999): "Public Finance", 5ª Ed., New York: McGraw-Hill
- Rosenthal, S., & Strange W. (2008): "The Attenuation of Human Capital Spillovers", *Journal of Urban Economics*, vol. 64, no. 2, pp. 373-389
- Sala-i-Martin X. (2000): "Apuntes de crecimiento económico", 2ª ed., Antoni Bosch editor, España
- Samaniego, N., & Murayama C. (2012), "¿Qué tan informales somos hablando de informalidad?", en *Nexos*, noviembre, 12(419), pp. 20-24.
- Sanchez M. (2008): "Análisis Espacial de Datos y Turismo: Nuevas Técnicas para el Análisis Turístico. Una aplicación al Caso Extremeño" *Revista de Estudios Empresariales*, no. 2, pp. 48-66.
- Sangines, J. (2013): "Marshall y los sistemas productivos locales", *Economía Informa*, no. 383, pp. 90-106
- Santos, P. H. & Nelson R. da Silva A. (2010): "Comparing spatial analysis methods for the definition of Functional Urban Regions", The case of Bahia, Brazil, pp. 1-15
- Saucedo, E., & Aguilera Ma. (2005): "Los rendimientos económicos de la educación en los municipios de Veracruz 1990-2010" en *Denarius*, Revista de Administración y Economía, no. 1, pp. 215-230.

- Sen, A. (1998): "Capital Humano y Capacidad Humana", *Cuadernos de Economía*, vol. 17, no. 29, pp. 67-72.
- Schultz, T. W. (1961): "Investment in Human Capital", *The American Economic Review*, vol. 51, no. 1, pp. 1-17
- (1972): "Human Capital: Policy issues and research opportunities" En: Schultz T.W., editors. *Economic Research: Retrospect and Prospect*. Cambridge MA: National Bureau of Economic Research (NBER); vol. 6: Human Resources.
- (1981): "Invirtiendo en la gente. La cualificación personal como motor económico" Ed. Ariel, España.
- (1988): "Education Investments and Returns", *Handbook of Development Economics*, vol. 1, Cap. 13, 543-630.
- (2004): "School Subsidies for the Poor: Evaluating the Mexican Progresa Poverty Program", *Journal of Development Economics*, vol. 74, no. 1, pp. 199-250.
- Shapiro, J. M. (2006): "Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effects of Human Capital", *Review of Economics and Statistics*, vol. 88, no. 2, pp. 324-335
- Smith, Adam (2004): "Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones", FCE, 13ª reimpresión, México.
- Spence, M. (1973): "Job market signaling", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 87, No. 3, pp. 355-374
- Stevens, R. H. (2010): "Managing Human Capital: How to Use Knowledge Management to Transfer Knowledge in Today's Multi-Generational Workforce". *International Business Research*, Canadian Centre of Science and Education, vol. 3, no. 3, pp. 77-83.
- Stevens, P. & Weale M. (2003): "Education and Economic Growth", *National Institute of Economic and Social Research*, 2, Dean Trench Street, London, pp. 1-28.
- Stiglitz, J. (1956): "The theory of screening, education, and the distribution of income", *The American Economic Review*, vol. 65, no. 3, pp. 283-300.
- Stolarick, K.; Mellander C., & Florida R. (2012): "Human Capital in Cities and Suburbs", *Centre of Excellence for Science and Innovation Studies (CESIS)*, no. 264, pp. 1-41.
- Taylor, J.E., & Yunez-Naude, A. (2000): "The returns of schooling in a diversified rural economy" *American Journal of Agricultural Economics*, no. 82, pp. 287-297.
- Urciaga, J., (2002): "Los rendimientos privados de la escolaridad formal en México" *Comercio Exterior*. vol. 52, no. 4, pp. 324-330.
- (2004): "Los impactos del territorio sobre los salarios: una aproximación empírica para México" *Prospectiva Económica*. No. 4, UMSNH, ININEE, enero-junio

- Urciaga, J., & Almendarez M. (2006): "Salarios y educación. Una aproximación de capital humano para la región Mar de Cortés". *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*. Vol 1, no. 1, pp. 155-181.
- (2008): "Salarios, educación y sus rendimientos privados en la frontera norte de México. Un estudio de capital humano", *Región y Sociedad*, vol. 20, no. 41, pp. 33–51.
- Uzawa, H. (1965): "Optimum Technical Change In An Aggregate Model Of Economic Growth", *International Economic Review*, vol. 6, no. 1, pp. 18-31
- Venniker, R. (2001): "Social Returns on Education: A Survey of Recent Literature on Human Capital Externalities", CPB (Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis) Report 00/01, pp. 47-50.
- Vergara, R. (1997): "Lucas y el crecimiento económico", *Estudios públicos: revista de políticas públicas*, vol 66, pp. 127-134.
- Weir, S. & Knight, J. (2004): "Externality Effects of Education: Dynamics of the Adoption and Diffusion of an Innovation in Rural Ethiopia", *Economic Development and Cultural Change*, vol. 53, no. 1, pp. 93-113.
- Weiss, A (1995): "Human capital vs. Signalling Explanations of Wages", *The Journal of Economic Perspectives*, American Economic Association, vol. 9, no.4, pp. 133-154.
- Wheeler, C.H. (2006): "Cities and the growth of wages among young workers: evidence from the NLSY". *Journal of Urban Economics*, vol. 60, no. 2, pp. 162-184.
- Winters, J. V. (2012): "Human Capital Externalities and Employment Differences across Metropolitan Areas of the U.S.," IZA, Discussion papers series, pp. 1-47
- Willis, Robert J. (1986): "Wage Determinants: A Survey and Reinterpreting of Human Capital Earning Functions", en: Oley Ashenfelter y Richard Layard (eds.) *Handbook of Labor Economics*, vol. 1, pp. 525-601
- World Bank (1999): "Educational change in Latin America and the Caribbean", Washington, DC.
- Wooldridge, J. M. (2009): "Introducción a la econometría. Un enfoque moderno", Cengage Learning, 4ta Edición.

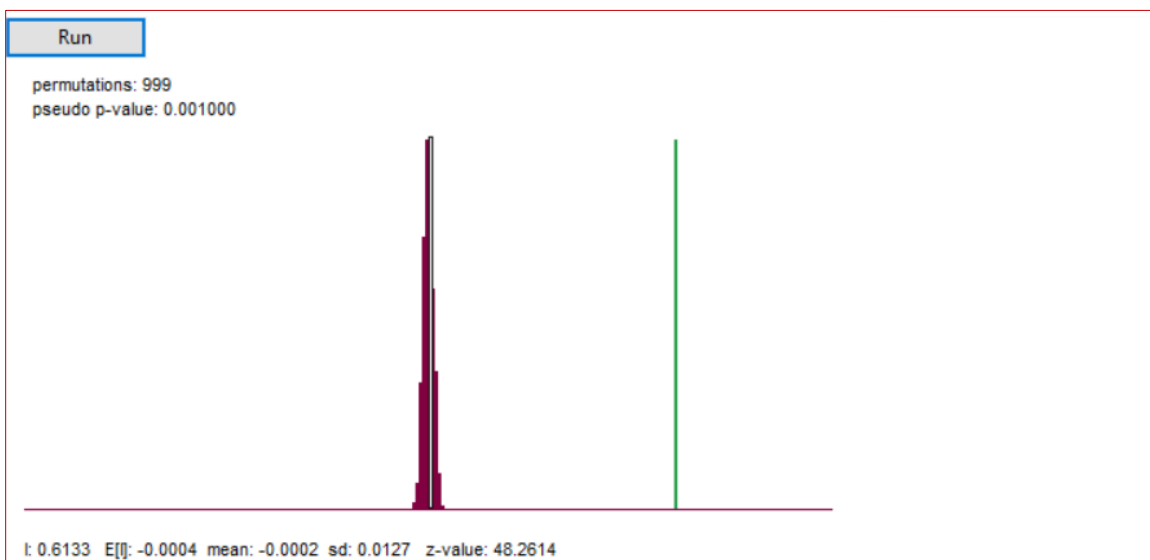
Anexo

Fig. 1. Prueba de Permutaciones del Capital Humano

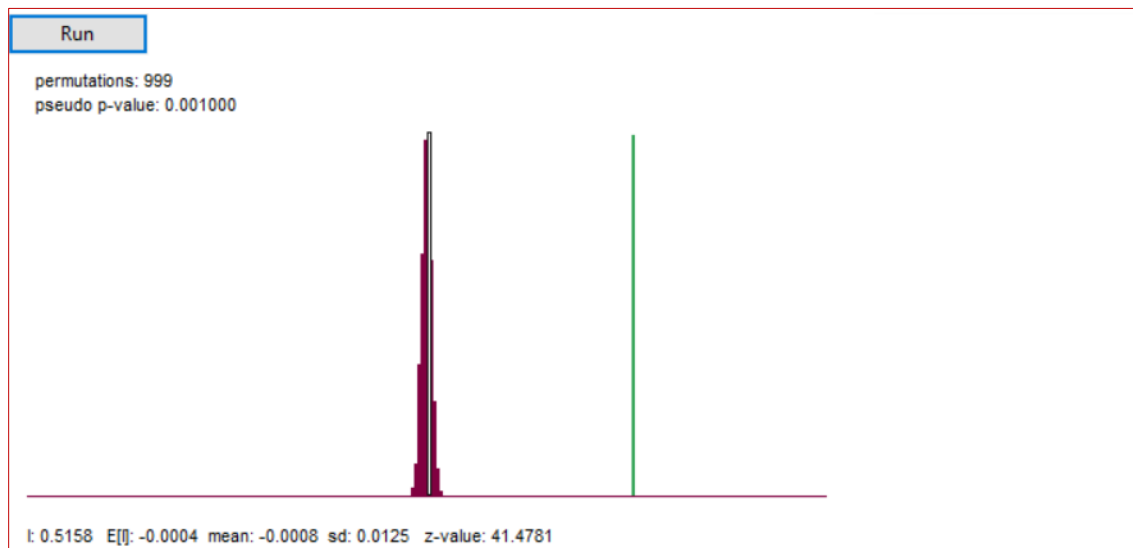


Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

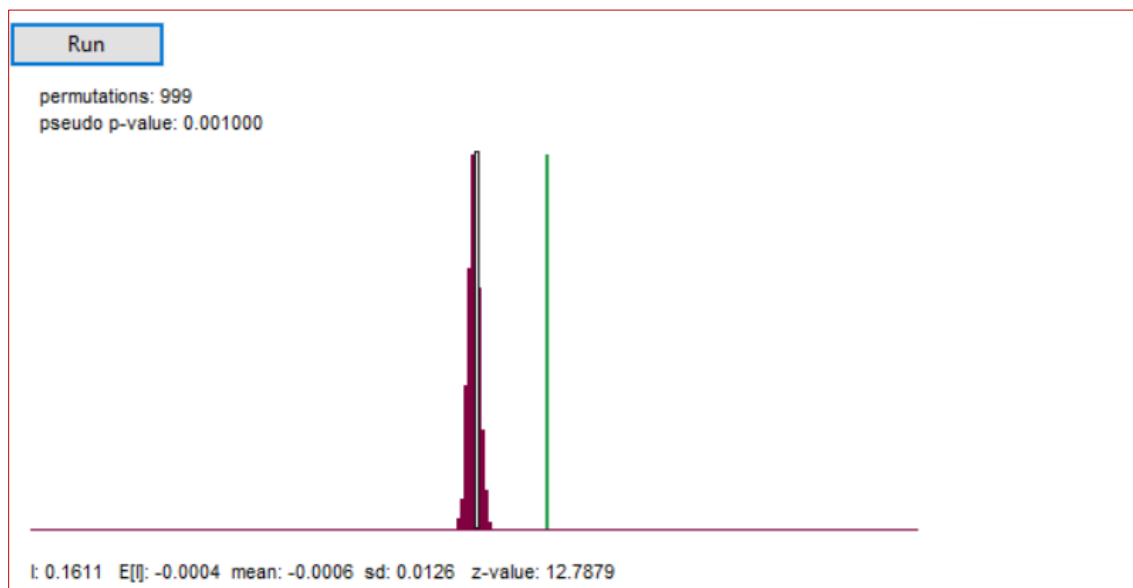
Fig. 2. Prueba de Permutaciones del Ingreso por Hora



Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Fig. 3 Prueba de Permutaciones de la Experiencia

Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Fig. 4. Prueba de Permutaciones de la Tasa de Retorno Privada

Fuente: Elaborado en GeoDa con datos de la muestra de diez por ciento del Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Apéndice: Datos, Librerías y Prerrequisitos

El análisis empírico ha sido realizado usando la muestra del diez por ciento del Censo de Población y Vivienda 2010. Los datos pueden descargarse en el formato que se ajuste a las necesidades del investigador (*DBF*, *SAV*, *SAS*, *STATA*) desde la página web: (<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/microdatos/default2010.aspx>). Los archivos shapefile de los municipios de México pueden descargarse de manera gratuita desde la siguiente página web: (<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/>)

Debido al constante avance tecnológico, hoy en día, los investigadores de diversos campos, disponen de una amplia gama de herramientas para estimar modelos econométricos y espaciales. Tal es el caso de programas comerciales como *SAS*, *Matlab* o *Stata*. En nuestro caso, se empleó *Stata Parallel Edition* versión 14, para llevar a cabo la estimación de la tasa de retorno privada.

Respecto a la medición del Índice de Morán y de *LISA* se utilizó *GeoDa* versión 1.8.10 (<http://geodacenter.github.io/>); sin embargo, cabe decir, que la principal limitante que presenta es que su código no es modificable. Aunque *GeoDa* es capaz de estimar modelos espaciales, para nuestro caso particular considerando que medimos los impactos directos e indirectos, resultó conveniente utilizar *RStudio* versión 3.3.0, que es un ambiente de programación integrado para el lenguaje *R*.

Para instalar este programa primero es necesario tener instalado *R*, el cual puede descargarse, simplemente ingresando al sitio: <https://www.r-project.org/> y solamente seguir las instrucciones e instalarlo, posterior a esto, entonces ya podemos instalar *RStudio*, que fácilmente obtenemos ingresando al siguiente sitio: <https://www.rstudio.com/products/RStudio/#Desktop>.

El *software R*, es grosso modo, un lenguaje de programación de código abierto, que posee diversas ventajas: libre, portable, programable y también es capaz de usar lenguaje matricial (Racine & Hyndman 2002). Funciona por línea de comandos y mediante el uso de paquetes. Cada paquete contiene una serie de funciones que permiten la realización de determinadas tareas.

Y por supuesto, también posee paquetes para la modelización econométrica espacial. Estos paquetes deben instalarse previo a las mediciones que se vayan a realizar. A continuación, señalamos los paquetes y comandos utilizados en *RStudio*, los cuales fueron requeridos en nuestra investigación⁶⁵. Esperando que, con esto, contribuyamos al menos en parte, a incentivar la investigación dentro de la econometría espacial y la economía urbana y regional.

#Librerías

```
library(spdep)
library(sp)
library(classInt)
library(maptools)
library(gstat)
```

#Carga de la cartografía en forma de Centroides

```
pr_cen <- readShapePoints("Tesis_Cen")
```

#Carga de variables de estudio

```
#Capital Humano
CH <- pr_cen$CH
ICH <- log(pr_cen$CH)

#Ingreso por Hora
ING_x_HRS <- pr_cen$ING_X_HRS
IING <- log(pr_cen$ING_X_HRS)

#Experiencia
EXPER <- pr_cen$EXPER
IEXPER <- log(pr_cen$EXPER)
```

#Pruebas de Normalidad Shapiro

```
#Capital Humano
qqnorm(ICH)
qqline(ICH)
shapiro.test(ICH)

#Ingreso por Hora
qqnorm(IING)
qqline(IING)
shapiro.test(IING)
```

⁶⁵ No se incluyen las direcciones de la ubicación de las carpetas donde se encuentran depositados los datos por motivos de seguridad

```
#Experiencia
qqnorm(IEXPER)
qqline(IEXPER)
shapiro.test(IEXPER)
```

#Lectura de archivos shapes y transformarlo en objeto Shape y DataFrame

```
tesis <- readShapePoly("mapatrsocial")
summary(tesis)
```

#Logaritmo natural de las variables

```
LTR<-log(esda$TR)
LGALUMNO<-log(esda$GA_ALUM)
LFISM<-log(esda$FAISM)
LFORTAMUNDF<-log(esda$FORTAMUNDF)
LINFRAESTRUCTURA<-log(esda$ACTIVOS)
LAPFES<- log(esda$APOR_FED_E)
LIDSO<-log(esda$INV_DSO)
LIGOB<-log(esda$INV_ENGOB)
LIDEC<-log(esda$INV_DEC)
LGASTO<-log(esda$GASTO)
```

Lista de vecinos tipo Queen de polígonos

```
pr.nb <- poly2nb(tesis, queen=TRUE)
```

Matriz de ponderación W estandarizada

```
wqueen <- nb2listw(pr.nb, style="W")
```

Modelo estatico 1

```
ModeloTesis1_MCO <- lm(LTR ~
  LGALUMNO+LFISM+LFORTAMUNDF+LINFRAESTRUCTURA+LAPFES+LIDSO+LIGOB
  +LIDEC, data=tesis)
```

```
summary(ModeloTesis1_MCO)
```

```
AIC(ModeloTesis1_MCO)
```

```
logLik(ModeloTesis1_MCO)
```

Prueba de Moran a residuales del modelo estático 1

```
I_Moran <- lm.morantest(ModeloTesis1_MCO,wqueen)
```

```
print(I_Moran)
```

#Pruebas de Multiplicadores de Lagrange

```
lm.LMtests(ModeloTesis1_MCO,wqueen,test=c("LMerr","RLMerr","LMlag","RLMlag","SAR  
MA"))
```

Modelo estatico 2

```
ModeloTesis2_MCO <- lm(LTR ~ LGALUMNO+LFISM+LFORTAMUNDF, data=tesis)  
summary(ModeloTesis2_MCO)  
AIC(ModeloTesis2_MCO)  
logLik(ModeloTesis2_MCO)
```

Prueba de Moran a residuales del modelo estático 2

```
I_Moran <- lm.morantest(ModeloTesis2_MCO,wqueen)  
print(I_Moran)
```

#Pruebas de Multiplicadores de Lagrange

```
lm.LMtests(ModeloTesis2_MCO,wqueen,test=c("LMerr","RLMerr","LMlag","RLMlag","SAR  
MA"))
```

#Modelo 1 Espacial SLM, SDM Y SARAR**# Modelo 1 de Rezago Espacial SLM**

```
ModeloEsda_lag <- lagsarlm(LTR ~  
LGALUMNO+LFISM+LFORTAMUNDF+LINFRAESTRUCTURA+LAPFES+LIDSO+LIGOB  
+LIDEC, data=esda,wqueen)  
summary(ModeloEsda_lag)  
ut_mod_lag <- residuals.lm(ModeloEsda_lag)  
moran_mod_lag <- moran.test(ut_mod_lag, wqueen,randomisation=TRUE,  
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)  
print(moran_mod_lag)
```

#Modelo 1 Durbin de Rezago Espacial SDM

```
ModeloEsda_lag_durbin <- lagsarlm(LTR ~  
LGALUMNO+LFISM+LFORTAMUNDF+LINFRAESTRUCTURA+LAPFES+LIDSO+LIGOB  
+LIDEC, data=esda,wqueen, type="mixed")
```



```
summary(ModeloEsda_lag_durbin)
ut_mod_durbin <- residuals.lm(ModeloEsda_lag_durbin)
moran_mod_durbin <- moran.test(ut_mod_durbin, wqueen, randomisation=TRUE,
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
print(moran_mod_durbin)
```

Modelo 1 SARAR

```
ModeloEsda_sarar <- sacsarlml(LTR ~
L GALUMNO+LFISM+LFORTAMUNDF+LINFRAESTRUCTURA+LAPFES+LIDSO+LIGOB
+LIDEC data=esda, wqueen, type="sac")
summary(ModeloEsda_sarar)
ut_mod_sarar <- residuals.lm(ModeloEsda_sarar)
moran_mod_sarar <- moran.test(ut_mod_sarar, wqueen, randomisation=TRUE,
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
print(moran_mod_sarar)
```

#Modelo 2 Espacial SLM, SDM Y SARAR

Modelo 2 de Rezago Espacial SLM

```
ModeloEsda_lag <- lagsarlml(LTR ~ LGALUMNO+LFISM+LFORTAMUNDF,
data=esda,wqueen)
summary(ModeloEsda_lag)
ut_mod_lag <- residuals.lm(ModeloEsda_lag)
moran_mod_lag <- moran.test(ut_mod_lag, wqueen, randomisation=TRUE,
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
print(moran_mod_lag)
```

#Modelo 2 Durbin de Rezago Espacial

```
ModeloEsda_lag_durbin <- lagsarlml(LTR ~ LGALUMNO+LFISM+LFORTAMUNDF,
data=esda,wqueen, type="mixed")
summary(ModeloEsda_lag_durbin)
ut_mod_durbin <- residuals.lm(ModeloEsda_lag_durbin)
```

```
moran_mod_durbin <- moran.test(ut_mod_durbin, wqueen, randomisation=TRUE,  
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
```

```
print(moran_mod_durbin)
```

#Modelo 2 SARAR

```
ModeloEsda_sarar <- sacsarlm(LTR ~ LGALUMNO+LFISM+LFORTAMUNDF, data=esda,  
wqueen, type="sac")
```

```
summary(ModeloEsda_sarar)
```

```
ut_mod_sarar <- residuals.lm(ModeloEsda_sarar)
```

```
moran_mod_sarar <- moran.test(ut_mod_sarar, wqueen, randomisation=TRUE,  
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
```

```
print(moran_mod_sarar)
```

Modelo estatico 3

```
ModeloTesis3_MCO <- lm(LTR ~ LGASTO, data=tesis)
```

```
summary(ModeloTesis3_MCO)
```

```
AIC(ModeloTesis3_MCO)
```

```
logLik(ModeloTesis3_MCO)
```

Prueba de Moran a residuales del modelo estático 3

```
I_Moran <- lm.morantest(ModeloTesis3_MCO, wqueen)
```

```
print(I_Moran)
```

#Pruebas de Multiplicadores de Lagrange

```
lm.LMtests(ModeloTesis3_MCO, wqueen, test=c("LMerr", "RLMerr", "LMlag", "RLMlag", "SAR  
MA"))
```

Modelo 3 de Rezago Espacial SLM

```
ModeloTesis_lag <- lagsarlm(LTR ~ LGASTO, data=tesis, wqueen)
```

```
summary(ModeloTesis_lag)
```

```
ut_mod_lag <- residuals.lm(ModeloTesis_lag)
```

```
moran_mod_lag <- moran.test(ut_mod_lag, wqueen, randomisation=TRUE,  
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
```

```
print(moran_mod_lag)
```

#Modelo 3 de error espacial

```
ModeloEsda_err <- errorsarlm(LTR ~ LGASTO , data=tesis,wqueen)
summary(ModeloEsda_err)
ut_mod_err <- residuals.lm(ModeloEsda_err)
moran_mod_err <- moran.test(ut_mod_err, wqueen,randomisation=TRUE,
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
print(moran_mod_err)
```

#Modelo 3 Durbin de Rezago Espacial SDM

```
ModeloTesis_lag_durbin <- lagsarlm(LTR ~ LGASTO, data=tesis,wqueen, type="mixed")
summary(ModeloTesis_lag_durbin)
ut_mod_durbin <- residuals.lm(ModeloTesis_lag_durbin)
moran_mod_durbin <- moran.test(ut_mod_durbin, wqueen,randomisation=TRUE,
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
print(moran_mod_durbin)
```

#Comparacion de modelos (Hipótesis nula son iguales) prueba de Razón de Verosimilitud

```
LR.sarlm(ModeloEsda_lag_durbin, ModeloEsda_err)
```

#Modelo 3 SARAR

```
ModeloTesis_sarar <- sacsarlm(LTR ~ LGASTO, data=tesis, wqueen, type="sac")
summary(ModeloTesis_sarar)
ut_mod_sarar <- residuals.lm(ModeloTesis_sarar)
moran_mod_sarar <- moran.test(ut_mod_sarar, wqueen,randomisation=TRUE,
alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
print(moran_mod_sarar)
```

Evaluar impactos en modelos espaciales #Matriz para el cálculo de la traza

```
W <- as(as_dgRMatrix_listw(wqueen), "CsparseMatrix") #Matriz dispersa (sparse)
```

#Impactos del modelo de Rezago Espacial

```
mpacts(ModeloTesis_lag, listw=wqueen)
```

#Impactos del modelo Durbin de Rezago Espacial

```
impacts(ModeloTesis_lag_durbin, listw=wqueen)
```

#Impactos del modelo SARAR

```
impacts(ModeloTesis_sarar, listw=wqueen)
```