

# El Capital Humano y su impacto en la Inversión: Un análisis espacial-regional

Jorge Pablo Rivas Díaz<sup>1</sup>

Rafael Martínez González<sup>2</sup>

Luis Ricardo González Arrieta<sup>3</sup>

## Resumen

En el presente trabajo se estiman los impactos directos, indirectos y totales de la relación existente entre el nivel de desarrollo del capital humano y el progreso de la inversión productiva en las distintas regiones de México. Esto se logra mediante la evaluación de los índices de Moran global y local univariado y la estimación de los principales modelos de econometría espacial (error espacial, rezago espacial, SARAR y Durbin de rezago espacial) para 2019, con el fin de coadyuvar a la solución de las problemáticas y retos que enfrenta dicha relación para impulsar el desarrollo nacional, permitiendo entender que no solo es relevante el desarrollo de una política nacional de atracción por inversiones internacionales, sino, promover el desarrollo de capital humano y su distribución en todo el territorio nacional.

**Conceptos clave:** Capital Humano, Econometría Espacial, Desarrollo Regional, Ecosistema de Negocios.

## Introducción

El presente estudio tiene por **objetivo** estimar y analizar los impactos directos, indirectos y totales de la relación entre el nivel de desarrollo del capital humano y el progreso de la inversión productiva en las distintas regiones de México desde un enfoque de econometría espacial, con el fin de establecer un diagnóstico acerca de las desigualdades y necesidades locales y regionales actuales en el progreso de las inversiones y la construcción de más y mejor capital humano en todo el país.

Se parte de la hipótesis acerca de que, existe una relación positiva entre la magnitud del capital humano concentrado en los distintos municipios del país y el nivel máximo de inversiones productivas concentradas en ellos, dando origen a una articulación de regiones desiguales en México en términos de eficiencia en la atracción de inversiones productivas por la distribución desigual del capital humano y las condiciones para su reproducción, en donde, el mayor índice de rezago social a nivel local representa una pérdida en el potencial de generación de capital humano por las carencias regionales en materia de educación, salud, servicios básicos y espacios idóneos de vivienda.

---

<sup>1</sup> Doctor en Economía. Facultad de Economía/ Universidad Nacional Autónoma de México y Facultad de Economía y Negocios/ Universidad Anáhuac México. [jorge\\_p\\_rivas@live.com.mx](mailto:jorge_p_rivas@live.com.mx)

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias Políticas y Sociales. Facultad de Economía y Negocios/ Universidad Anáhuac México. [rafael1927@gmail.com](mailto:rafael1927@gmail.com)

<sup>3</sup> Licenciado en Economía. Facultad de Economía/ Universidad Nacional Autónoma de México

Para probar dicho argumento se ha planteado responder las siguientes **preguntas de investigación**:

- ¿Cuáles son los principales enfoques teórico-metodológicos y técnicos que permiten explicar la relación entre capital humano e inversión desde lo local y lo regional?
- ¿Cuáles son las principales características a nivel nacional en cuanto a la distribución territorial del Capital Humano y las inversiones productivas en México durante las últimas décadas y al cierre de 2019?
- ¿Cuáles son los principales resultados del modelado econométrico del vínculo entre el Capital Humano y la inversión en México y sus regiones?

L La investigación se **justifica** en tiempo y espacio en la necesidad a nivel nacional por propiciar un desarrollo regional convergente donde se tienda a mejorar y homologar las condiciones para la inversión y el desarrollo de capital humano a la par del combate a la proliferación del rezago en educación, salud y acceso de servicios básicos en distintas regiones del país, que impiden la conformación de un stock de Capital Humano suficiente para desencadenar el desarrollo de lo local y hacia lo nacional.

A la luz del posible cambio en el paradigma económico nacional se vuelve especialmente relevante, pues el discurso de bienestar humano y desarrollo regional permean en gran parte del Plan Nacional de Desarrollo (PND) para el periodo 2019-2024, en donde el gobierno de México, sus programas y proyectos estratégicos, enfrentan un reto especialmente grande, sobre todo ante los efectos negativos derivados de la crisis económica mundial derivada de la pandemia de Covid-19, siendo necesario reformular una estrategia de largo plazo a nivel nacional centrada en la operatividad, autonomía y crecimiento de cada uno de los municipios frente a la pérdida de la movilidad regional.

El estudio se articula en cuatro apartados principales:

El primero, presenta una breve revisión de literatura relevante para la investigación, ofreciendo luz sobre los principales enfoques teórico-metodológicos que permiten explicar la relación entre Capital Humano e Inversión desde lo local y lo regional.

El segundo, expone brevemente la técnica econométrica básica empleada para la generación de los resultados, volviendo explícitos los instrumentos y procedimientos que se ocuparon para la demostración de la hipótesis y la argumentación del análisis.

El tercero, presenta los principales resultados de la investigación empírica, dividiéndose en dos aspectos principales:

- a) El análisis de las principales características a nivel nacional en cuanto a la distribución territorial del Capital Humano y las inversiones productivas en México durante las últimas décadas y al cierre de 2019 con apoyo de datos históricos y georreferenciados.
- b) Los resultados del Análisis Confirmatorio de Datos Espaciales obtenidos mediante el proceso de modelado econométrico espacial, es decir, de la evaluación de los índices de Moran global y local univariado y la estimación de los modelos de error espacial, rezago espacial, SARAR y Durbin de rezago espacial.

Finalmente, el cuarto apartado se enfoca en presentar las conclusiones y recomendaciones, del estudio, es decir de los principales aprendizajes y propuestas de que se pueden realizar para impulsar un desarrollo nacional más equilibrado desde el enfoque regional partiendo de la relación Capital Humano-Inversión

### **Revisión de literatura: El Capital Humano, la inversión y el Crecimiento**

La economía política clásica (A. Smith, D. Ricardo) y su crítica (C. Marx) encuentran tres principales factores de la producción, susceptibles de ser apropiados y confrontados para lograr el fin último de la producción, que es, la generación de nuevas riquezas y el crecimiento económico, siendo el trabajo el principal factor en la creación de nuevos valores para la economía. Por otra parte, la teoría económica neoclásica (A. Marshall) canaliza su esfuerzo en el análisis de la tecnología y la combinación de los factores: trabajo y capital, como centro de atención en la decisión de las empresas, las industrias y el mercado, para lograr maximizar sus ganancias y minimizar sus costos de operación. Así mismo, las características del factor trabajo, como los niveles salariales, su productividad y su escasez, entre otros, han sido objeto central de estudios económicos a lo largo de todo el siglo XX y las primeras décadas del XXI

Por donde quiera que se busque analizar, el factor productivo “trabajo” es y será fundamental para el análisis de la generación de nuevas riquezas y el crecimiento económico nacional y de la economía mundial. En su caso, el análisis de la variable “Capital Humano” se ha ido consolidando, sobre todo desde la segunda mitad del siglo XX, a partir de la segunda guerra mundial, en donde desde la economía de guerra, el desarrollo cada vez más acelerado de las tecnologías y las industrias han requerido cada vez más de unidades de “factor trabajo” cada vez con mayores niveles de capacitación y conocimiento para enfrentar los problemas de las industrias modernas.

El Capital Humano es entendido desde su relación con la dinámica económica como un factor positivo, por ejemplo, Barro (1991), Barro y J-W Lee (1993) y Barro y X. Sala-i-Martin (1992) argumentan que el acervo de capital humano afecta al crecimiento, principalmente por la inversión en capital físico siendo ambos tipos de capital complementarios, lo que también llega a beneficiar a la sociedad impulsando la producción per cápita. Los autores argumentan dicha reflexión mediante varios estudios empíricos, predominantemente de carácter vinculativo con la educación y capacitación de las personas, que el efecto de una población con mejores condiciones para su formación intelectual lleva como condición general a mayores expectativas de productividad, inversión, crecimiento y a retroalimentar las economías de manera positiva.

Desde este enfoque, una de las prioridades de los estados nacionales para desencadenar un crecimiento económico, se ha vuelto fundamental el desarrollar las capacidades de sus pobladores, a fin de generar una retroalimentación a los procesos productivos, la inversión y la tecnología, de tal forma que también se vuelve fundamental la búsqueda por generar más y mejores recursos en Capital Humano.

Para la formación de dicho elemento entran en juego algunas variables, como lo son: la educación básica, técnica, universitaria y la capacitación laboral, debido a que son aquellas desarrollan capacidades, talentos, habilidades y destrezas que los individuos requieren para convivir en sociedad y sobre todo para desempeñar actividades laborales capaces de generar valores nuevos dentro de sus organizaciones, sean de carácter público o privado.

Acerca de dicha vinculación, Schultz (1968) argumenta que el factor trabajo, impulsado adecuadamente desde una formación de capacidades impulsa su nivel de productividad laboral

“(…) aquel que incluye componentes cualitativos, tales como la habilidad, los conocimientos y atributos similares 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”. (Schultz, 1968)

Desde este punto se puede entender que, la habilidad, conocimientos adquiridos y desarrollados por los individuos a lo largo de su vida, le sirven al individuo como herramientas que le permiten desenvolverse de una manera más eficiente durante el proceso productivo, con lo que las condiciones del sistema educativo, el contexto económico en el que se desenvuelve y se le acerca el conocimiento se vuelve un conjunto de elementos de suma relevancia económica en el largo plazo.

El gasto en una estrategia de formación de Capital Humano siempre generará efectos positivos, ya que su formación no se devalúa en el estricto sentido en el que si lo haría el Capital Fijo, y por el contrario, puede alcanzar a generar efectos multiplicadores, pues aquel individuo que alcanza a comprender y asimilar un conocimiento, además de ponerlo en práctica puede enseñar la aprendido durante los años.

Autores como Nelson y Abramovitz , así como David O'connor permiten complementar dichos argumentos, en donde aclaran que “el capital humano por sí solo no garantiza el éxito si no que debe de haber una complementariedad entre capital y capacitación” (David O'connor, 2002), siendo relevante entender más elementos para explicar su potencial de impacto en la dinámica económica.

El Capital Humano se vuelve una inversión de alta rentabilidad, que requiere de ser renovado e incorporado a una dinámica de mejora continua adecuada al desarrollo tecnológico de la sociedad. Villalobos Monroy (2010) argumenta al respecto que para evitar la devaluación de dicho capital se debe evitar el desfase de correspondencia entre “las habilidades y conocimientos adquiridos con el desarrollo tecnológico (...)”, siendo necesario renovarlo constantemente.

En este contexto, el problema de la política pública para impulsar el crecimiento económico y la inversión desde el Capital Humano no solo radica en impulsar: 1) la construcción de nuevos recursos de dicho capital en la sociedad, sino de: 2) mantener su valor a través del tiempo y 3) impulsar su efecto multiplicador para que impacte efectivamente a nivel local, regional y en todo el país.

El hecho de entender al CH como un factor complejo de producir y mantener a través del tiempo, nos lleva también a entender que es necesario también las condiciones económicas y sociales que permiten a la sociedad acumularlo e impulsarlo en sus distintas regiones, en donde las peores condiciones en educación, salud, vivienda y servicios básicos para la vida contraen el potencial de generación y mantenimiento del Capital Humano en el espacio. Como lo menciona Villalobos, es necesario tomar en cuenta diversos elementos como “los servicios sanitarios, el adiestramiento en el trabajo, la educación organizada, los programas de estudios para adultos y la migración de las familias para adaptarse a las oportunidades de empleo” (Villalobos, 2010)”, entre otros.

Finalmente, Accinelli (2019) permite entender una alcaracion importante sobre el papel limitado del CH y el crecmiiento, al argumentar que:

“La evidencia empírica muestra que un alto desarrollo del capital humano no es condición suficiente para alcanzar altos niveles de crecimiento, pero sí se presenta como una condición necesaria: ningún país ha alcanzado una senda de alto crecimiento económico sin una inversión continua en capital humano”. (Accinelli, 2019)

Se entiende por tanto que, el Capital Humano debe renovarse y mantenerse para impactar de manera positiva en el desarrollo de la actividad económica, sin embargo, cabe aclarar que este no es una condición suficiente para alcanzar un crecimiento económico en todos los casos, pero si necesaria.

### **Metodología: El enfoque de la econometría espacial**

El segundo, expone brevemente la técnica econométrica básica empleada para la generación de los resultados, volviendo explícitos los instrumentos y procedimientos que se ocuparon para la demostración de la hipótesis y la argumentación del análisis.

La investigación es de carácter estadístico-econométrico, basado en fuentes de información de carácter oficial, cuya característica común es que existen desde un enfoque territorial, es decir, que los indicadores evaluados son de carácter georreferenciado a nivel municipal abarcando la totalidad nacional y han sido procesados a través de Sistemas de Información Geográfico.

El proceso de investigación, modelado econométrico y análisis se realizó en tres etapas:

Primero se seleccionaron las fuentes de información y variables potencialmente viables para el desarrollo del modelo de econometría espacial, es decir, se ubicaron y discriminaron las posibles fuentes de información que permitieran ubicar las variables más representativas vinculadas a la Inversión y al Capital Humano cuyas observaciones alcanzaran a cubrir la totalidad de los 2456 municipios del país con información empírica relevante a nivel local.

De este proceso fueron seleccionados la Formación Bruta de Capital Fijo (INEGI) Y el Índice de Rezago Social (CONEVAL) medidos a nivel municipal las variables que cubrieron de mejor manera los requerimientos de la investigación. Siendo que Formación Bruta de Capital Fijo: representa el valor de los bienes duraderos que las unidades institucionales adquieren o construyen para incrementar su acervo de activos fijos y que se utilizan en los procesos de producción por un período mayor de un año. (Oficina Nacional de Estadísticas , 2019) y el Índice de Rezago Social una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación (los municipios del país) según sus carencias sociales. (CONEVAL, 2019)

Segundo, para el modelado econométrico espacial se requirió del geoprocesamiento de las variables antes mencionadas a través de Sistemas de Información Geográfico, para lo cual se hizo uso del Marco Geoestadístico Nacional y el análisis espacial de las variables mediante ArcGIS para analizar los indicios de heterogeneidad y dependencia espacial. Derivando de ello, se calculó el índice de Morán global univariado y el índice de Morán local para construir el mapeo de clúster y significancia de acuerdo con Quintana y Mendoza (2020, págs. 369-371) y Pérez (2006).

El proceso de modelado econométrico implicó la realización del modelo de regresión lineal, la estimación de las pruebas del multiplicador de Lagrange normales y robustas sobre los rezagos (lag) y los errores espaciales, así como los modelos de rezago espacial, de error espacial, SARAR y de Durbin de rezago espacial sobre la siguiente relación funcional que se puede y desea validar a través del Análisis Confirmatorio de Datos Espaciales:

$$FBCF_i = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} FBCF_j - \beta IRS_i - \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij} \varepsilon_j + u_i$$

Donde:

- *FBCF* es la Formación Bruta de Capital Fijo arraigado en cada uno de los municipios del país, entendida como la variable empírica más cercana al concepto de inversión, medida en el espacio municipal para todo el país
- *IRS* es el Índice de Rezago Social característico de cada uno de los municipios, el cual refleja las cuatro principales carencias de la población que impactan negativamente a la formación y mantenimiento del Capital Humano, es decir, las carencias educativas, de salud, servicios básicos y de espacios dignos en la vivienda, siendo por ello dispuesta como una relación inversa con la *FBCF* dado que entre mayor es el *IRS* las carencias de la población aumentan y por lo tanto la población no se encontrará preparada para atraer la inversión.
- $\varepsilon + u_i$  son los rezagos espaciales y los errores espaciales característicos del modelo de econometría espacial

Finalmente, en la tercera etapa se estimaron e interpretaron los impactos directos, indirectos y totales del modelo para tras todo ello mostrar un conjunto de conclusiones sobre cómo articular una política de inversión basada en el impulso del Capital Humano desde un enfoque local y regional.

## Resultados de la investigación

Los resultados se clasifican en dos categorías:

1. Respecto al análisis de las principales características a nivel nacional
2. Respecto al Análisis Confirmatorio de Datos Espaciales y evaluación de impactos.

### Respecto a las características a nivel nacional

La dinámica de la Formación Bruta de Capital Fijo en México, entendida como los desembolsos brutos del sector privado y sus activos fijos nacionales, ha mostrado una tendencia al alza durante las últimas décadas a nivel agregado, donde su progreso se vincula principalmente con el progreso de las relaciones comerciales nacionales con el exterior, sobre todo derivadas de las que se tiene con los países integrantes del TLC (ahora T-MEC) desde mediados de la década de 1990, lo que implica un ecosistema favorable para los negocios a nivel macroeconómico durante este periodo(Gráfico 1, Serie A).

De acuerdo con la información consolidada del Banco Mundial y la OCDE, se aprecia también que, sobre todo que, durante la última década, posterior a la crisis financiera mundial de 2008-2009, se ha registrado una clara recuperación de las inversiones en territorio nacional que ha llevado a duplicar la magnitud de las inversiones anuales, ascendiendo también su participación respecto al PIB, alcanzando niveles máximos superiores al 19% (Gráfico 1, Serie B).

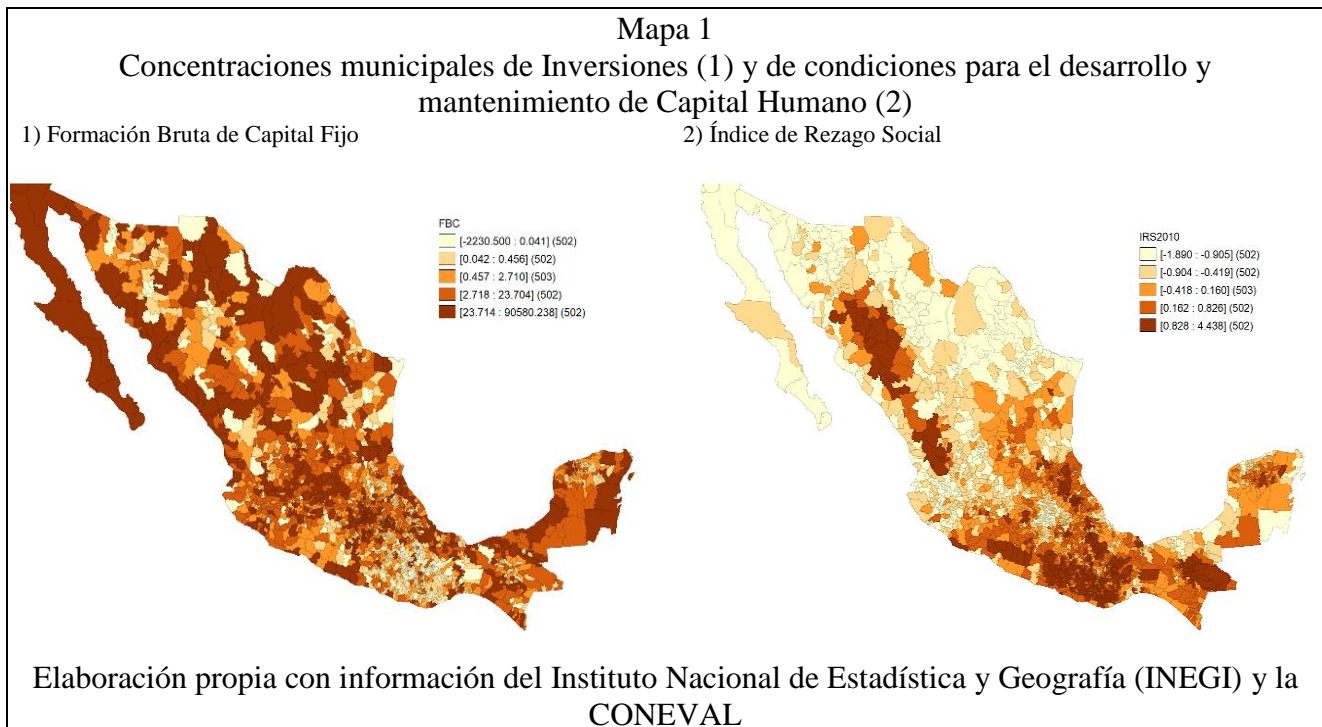


No obstante, la clara tendencia macroeconomía hacia el progreso de la inversión se cabe mencionar que la distribución territorial y sectorial de las inversiones no ha sido homogénea, concentrándose en regiones y sectores específicos del país en donde se cuenta con mejores condiciones de infraestructura económica y social, así como márgenes de ganancias superiores para la producción y la y la rentabilidad sobre la inversión. Cabe mencionar que este progreso altamente concentrado, se ha visto acompañado de la reproducción de un ecosistema de negocios a nivel nacional caracterizado predominantemente por microempresas, de baja rentabilidad, cargadas a la actividad comercial al por menor, con baja integración económica regional, sin posibilidades reales de escalamiento productivo y dependientes de estructuras económicas que limitan su esperanza vida (Rivas y Delgado, 2018), por lo que el repunte de las inversiones durante este periodo no se puede entender necesariamente como un indicador de bienestar social.

El Mapa 1 (Sección 1) representa el desempeño medio de cada municipio del país respecto a su concentración de inversiones anuales, calculado desde 2014 y hasta 2019. Se puede observar una desigualdad estructural, que conforma regiones que escapan a la dinámica de los municipios y las entidades federativas, donde proliferan zonas caracterizadas por una bajo y muy bajo nivel de concentración de inversiones (regiones claras), sobre todo en los municipios al sureste mexicano y regiones carentes de infraestructura productiva al norte y centro del país.

A la par, se pueden observar regiones compuestas por municipios con altos niveles de concentración de inversiones como es el caso de los que se asocian a las principales zonas metropolitanas del país, los centros de comercio e industriales interconectados con el comercio exterior, sobre todo de los vinculados a la economía norteamericana, en la frontera norte de México.

Por otra parte, los datos revelados por el Coneval, respecto al Índice de Rezago Social para México (Mapa 1, Sección 2) permite observar que las relaciones territoriales entre los municipios del país son más homogéneas regionalmente, donde existen zonas que interconectan mayor cantidad de municipios en condiciones de alto nivel de marginalidad (municipios oscuros), conglomerados igualmente al sureste mexicano, y en zonas caracterizadas por sus complejas condiciones territoriales, de acceso e incluso climáticas, como son las pertenecientes a los principales sistemas de serranías en todo el país, mostrando consistencia en lo que es una relación inversa entre inversión y rezago social.

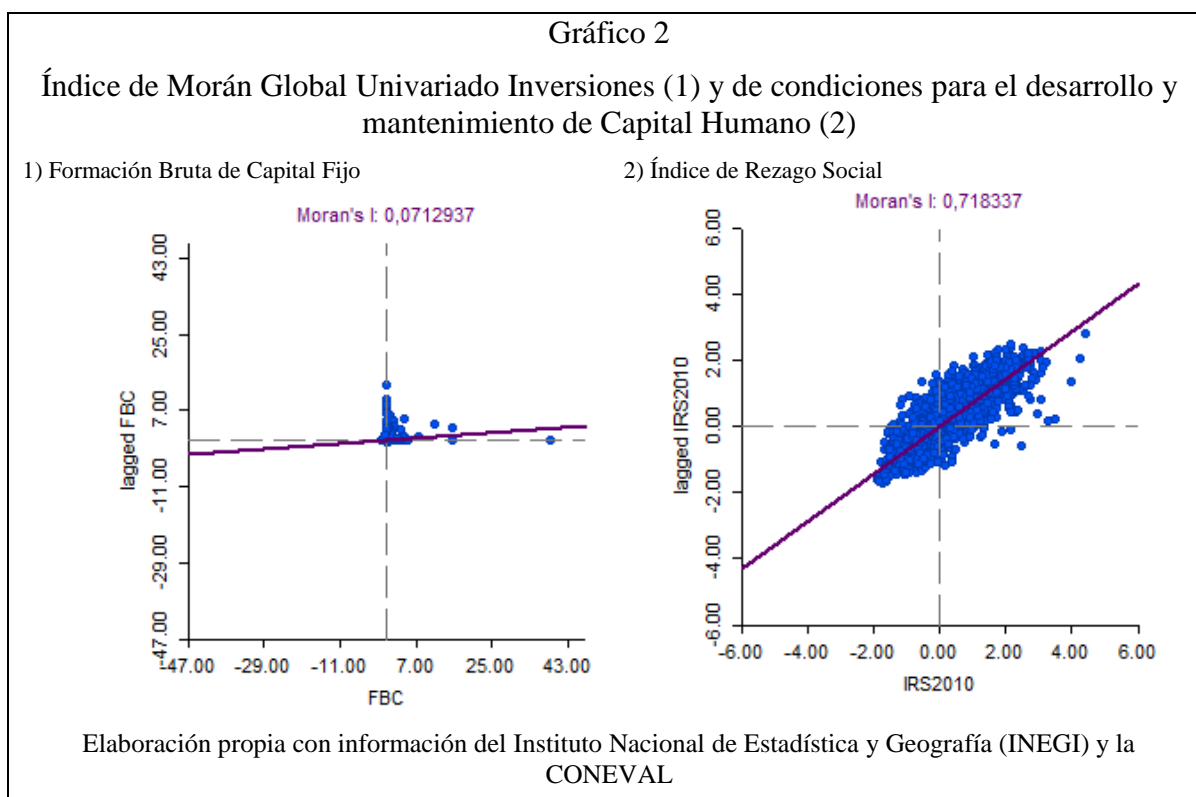


El cálculo del Índice de Morán Global y su representación mediante el diagrama de dispersión para cada una de las variables (Gráfico 2) permite observar que la FBCF se alcanza un coeficiente de correlación de Moran de 0.071, lo que indica que la dependencia global entre los municipios es positiva, con un p-value de 0.004, que siendo menor a 0.05 con un grado de .95 de confianza, confirma la existe la autocorrelación espacial, es decir que efectivamente existen regiones que por proximidad o contacto mantienen condiciones similares respecto a la inversión.

De la misma forma el diagrama de dispersión del Índice de Rezago Social muestra un coeficiente de correlación de Moran de 0.71, lo que indica también una dependencia global positiva, con un p-value de 0.001 que confirma la existe autocorrelación espacial y la existencia de un conjunto amplio de regiones homogéneas en cuanto a inversión y Condiciones para la proliferación y mantenimiento del Capital Humano.

La principal diferencia que se puede observar aquí entre ambas variables es que el indicador de rezago social genera regiones mucho más extensas entre los municipios que en vecindad pueden albergar o no mejores condiciones para la formación de recursos humanos altamente calificados, mientras que la inversión no genera regiones tan amplias ni conectadas, lo que implícitamente hace entender que existen mucho mayores índices de concentración de la inversión.





El cálculo del índice de Morán Local y su representación geográfica mediante los mapas de Clúster y Significancia (Mapa 2) muestran de manera mucho más clara las regiones consolidadas de alta homogeneidad en materia de inversión y Rezago Social.

Se alcanza a apreciar que los clúster de Formación Bruta de Capital Fijo, tienden a consolidar un mayor número de entidades territoriales (332 municipios) que presentan una autocorrelación de carácter “bajo-bajo” o de colindancia entre municipios de bajo nivel de inversión (regiones en azul, sección 1), las cuales se concentran en su mayoría en la zona sur del país, principalmente en Guerrero y Oaxaca lo que indica que en esas zonas la condición de baja inversión es espacialmente determinada como conjuntos regionales con municipios centrales y periféricos con deficiencia de inversiones, mientras que los municipios con autocorrelación de carácter “alto-alto” representan poco más de un quinto (64), situados en zonas metropolitanas y ciudades, con más de 1970 municipios con autocorrelación espacial no significativa.

Por otra parte, los clústers representativos del rezago social, como variable inversa del potencial de la formación de Capital Humano muestra sólo 1322 municipios con autocorrelación espacial no significativa, lo que significa que hay un mayor grado de homogeneidad en los municipios de México respecto a dicha variable, contando con mayor cantidad de municipios involucrados en autocorrelaciones de carácter “bajo-bajo” (643) y “alto-alto” (459). En este caso las regiones formadas por vecindades de municipios alto nivel de rezago social coinciden en gran medida con condiciones geográficas y de infraestructura económica adversas, que acompañan también a las regiones de vecindad con bajos niveles de inversión, entendiéndose como regiones excluyentes de la generación de Capital Humano e inversiones.



### Respecto al Análisis Confirmatorio de Datos Espaciales y Evaluación de Impactos

La primera estimación de la relación inversa entre la inversión y el rezago social mediante mínimos cuadrados ordinarios (OLS) indica que efectivamente la relación existe y que sus parámetros son estadísticamente significativos, de tal forma que muestra un grado de inversión autónomo municipal, y una relación inversa en donde regionalmente se puede entender que cada vez que el nivel de rezago social avanza en los municipios mexicanos, se pierde potencial de atracción sobre las inversiones en -283.84 unidades.

| Cuadro 1  |          |            |         |          |     |
|---|----------|------------|---------|----------|-----|
| Análisis de regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS)                                    |          |            |         |          |     |
| <code>lm(formula = FBC ~ IRS2010, data = rezago)</code>   |          |            |         |          |     |
| Residuals:  |          |            |         |          |     |
| Min   | 1Q       | Median     | 3Q      | Max      |     |
| -2882   | -374     | -199       | 27      | 90057    |     |
| Coefficients:   |          |            |         |          |     |
|   | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |     |
| (Intercept)   | 220.10   | 46.43      | 4.741   | 2.25e-06 | *** |
| IRS2010   | -283.84  | 46.44      | -6.112  | 1.14e-09 | *** |
| ---   |          |            |         |          |     |
| Estimado con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la CONEVAL |          |            |         |          |     |

Al estimar las pruebas del multiplicador de Lagrange normales y robustas sobre los rezagos (lag) y los errores espaciales se encontró lo siguiente:

- Respecto a los errores, que estos resultan ser significativos en la prueba de normalidad (p-value=5.31e-07 <0.05), fallando en la prueba robusta (p-value=0.27 >0.05) siendo no significativos de manera aislada.
- Respecto a los rezagos, que estos resultan ser significativos en la prueba de normalidad (p-value=7.928e-7 <0.05), fallando en la prueba robusta (p-value=0.505 >0.05) siendo no significativos de manera aislada.

La indeterminación individual de los errores y los rezagos obligan necesariamente a la estimación de los modelos de rezago y error espacial, así como del modelo SARAR y Durbin de rezago espacial para la estimación adecuada del modelo espacial global. La estimación de los cuatro modelos resultó las siguientes observaciones econométricas:

| Cuadro 2   |   |
|--|---|
| Estimación de Multiplicadores de Lagrange Normales y Robustas  |   |
| 1) Sobre los errores   | 2) Sobre los rezagos  |
| Lagrange multiplier diagnostics for spatial dependen   | Lagrange multiplier diagnostics for spatial dependen  |
| <pre>data: model: lm(formula = FBC ~ IRS2010, data = rezago) weights: wqueen  .Merr = 25.148, df = 1, p-value = 5.31e-07</pre> | <pre>data: model: lm(formula = FBC ~ IRS2010, data = rezago) weights: wqueen  .Mlag = 24.375, df = 1, p-value = 7.928e-07</pre> |
| Lagrange multiplier diagnostics for spatial dependen   | Lagrange multiplier diagnostics for spatial dependen  |
| <pre>data: model: lm(formula = FBC ~ IRS2010, data = rezago) weights: wqueen  LMerr = 1.2168, df = 1, p-value = 0.27</pre>     | <pre>data: model: lm(formula = FBC ~ IRS2010, data = rezago) weights: wqueen  LMlag = 0.44433, df = 1, p-value = 0.505</pre>    |
| <p>Estimado con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la CONEVAL</p>                         |   |

- El modelo de rezago espacial un parámetro de rho de rezago espacial de 0.11, positivo y con p-value (4.7324e-05) lo que es estadísticamente significativo y que implica que el rezago de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) es relevante para el sistema explicativo, es decir que el sistema de vecindades regionales entre los municipios es relevante. Por otro lado, el parámetro Beta también es significativo pero el cambio de una unidad en IRS con respecto del FBCF es un poco mayor (-259.36) en comparación del -283.84 del modelo OLS.
- El modelo de error espacial el parámetro lambda de error espacial es 0.11296, positivo y con un p-value (3.5203e-05) que es estadísticamente significativo, lo que implica que el cálculo de los errores resulta relevante dentro del sistema. Además, el parámetro beta resulto ser significativo, asociado a una relación de cambio entre la FBCF y el IRS equivalente al obtenido mediante el modelo de OLS.
- El modelo SARAR presenta un rho calculado en -0.83182 y significativo (p-value: 2.22e-16), con una lambda calculada en 0.75 y significativa, además presenta una beta significativa, lo que se puede concluir que, al combinar los procesos de rezago y error espacial, predomina ambos por lo que la mejor opción es el modelo SARAR ya que combinan ambos procesos.
- El modelo Durbin de rezago espacial no aportan más información al sistema.

Cuadro 3. Estimación de los principales modelos de econometría espacial

1) Rezago Espacial

```
> summary(Modelorezago_lag)
Call:spatialreg::lagsarlm(formula = formula, data = data, listw = listw,
na.action = na.action, Durbin = Durbin, type = type, method = method,
quiet = quiet, zero.policy = zero.policy, interval = interval,
tol.solve = tol.solve, trs = trs, control = control)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3610.135 -350.116 -181.274   29.941 90109.279

Type: lag
Coefficients: (numerical Hessian approximate standard errors)
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  190.351    47.133   4.0386 5.377e-05
IRS2010     -259.366    46.722  -5.5512 2.837e-08

Rho: 0.11057, LR test value: 16.552, p-value: 4.7324e-05
Approximate (numerical Hessian) standard error: 0.027048
z-value: 4.0881, p-value: 4.3498e-05
wald statistic: 16.712, p-value: 4.3498e-05

Log likelihood: -22487.7 for lag model
ML residual variance (sigma squared): 5243400, (sigma: 2289.8)
Number of observations: 2456
Number of parameters estimated: 4
AIC: 44983, (AIC for lm: 44998)
```

2) Error Espacial

```
> summary(ModeloFBC_err)
Call:spatialreg::errorsarlm(formula = formula, data = data, listw = listw,
na.action = na.action, Durbin = Durbin, etype = etype, method = method,
quiet = quiet, zero.policy = zero.policy, interval = interval,
tol.solve = tol.solve, trs = trs, control = control)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3658.95 -350.19 -183.48   32.29 90098.24

Type: error
Coefficients: (asymptotic standard errors)
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  214.029    52.081   4.1096 3.964e-05
IRS2010     -283.842    50.217  -5.6523 1.583e-08

Lambda: 0.11296, LR test value: 17.114, p-value: 3.5203e-05
Approximate (numerical Hessian) standard error: 0.026809
z-value: 4.2135, p-value: 2.5141e-05
wald statistic: 17.754, p-value: 2.5141e-05

Log likelihood: -22487.42 for error model
ML residual variance (sigma squared): 5241700, (sigma: 2289.5)
Number of observations: 2456
Number of parameters estimated: 4
AIC: 44983, (AIC for lm: 44998)
```

3) Modelo SARAR

```
> summary(ModeloFBC_sarar)
Call:spatialreg::sacsarlm(formula = formula, data = data, listw = listw,
listw2 = listw2, na.action = na.action, Durbin = Durbin,
type = type, method = method, quiet = quiet, zero.policy = zero.policy,
tol.solve = tol.solve, llprof = llprof, interval1 = interval1,
interval2 = interval2, trs1 = trs1, trs2 = trs2, control = control)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-7250.701 -251.045 -130.091   19.765 78390.049

Type: sac
Coefficients: (asymptotic standard errors)
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  360.021    136.432   2.6388 0.008319
IRS2010     -334.133    70.016  -4.7722 1.822e-06

Rho: -0.83182
Asymptotic standard error: 0.0549
z-value: -15.152, p-value: < 2.22e-16
Lambda: 0.70075
Asymptotic standard error: 0.030318
z-value: 23.114, p-value: < 2.22e-16

LR test value: 109.94, p-value: < 2.22e-16

Log likelihood: -22441 for sac model
ML residual variance (sigma squared): 4065500, (sigma: 2016.3)
Number of observations: 2456
Number of parameters estimated: 5
AIC: 44892, (AIC for lm: 44998)
```

4) Durbin de Rezago Espacial

```
> summary(ModeloFBC_lag_durbin)
Call:spatialreg::lagsarlm(formula = formula, data = data, listw = listw,
na.action = na.action, Durbin = Durbin, type = type, method = method,
quiet = quiet, zero.policy = zero.policy, interval = interval,
tol.solve = tol.solve, trs = trs, control = control)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3617.710 -347.926 -188.187   33.511 90073.506

Type: mixed
Coefficients: (numerical Hessian approximate standard errors)
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  190.043    46.496   4.0873 4.365e-05
IRS2010     -343.983    82.171  -4.1862 2.837e-05
lag.IRS2010  118.758    97.397   1.2193 0.2227

Rho: 0.11369, LR test value: 17.321, p-value: 3.1562e-05
Approximate (numerical Hessian) standard error: 0.026938
z-value: 4.2206, p-value: 2.4364e-05
wald statistic: 17.814, p-value: 2.4364e-05

Log likelihood: -22487.09 for mixed model
ML residual variance (sigma squared): 5240100, (sigma: 2289.1)
Number of observations: 2456
Number of parameters estimated: 5
AIC: 44984, (AIC for lm: 45000)
```

Estimado con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la CONEVAL

**Respecto al Cálculo e interpretación de los efectos directos, indirectos y totales**

Sea que el resultado del Análisis Confirmatorio de Datos Espaciales confirmó que efectivamente existe una relación inversa entre la magnitud del flujo de inversiones canalizadas hacia las distintas regiones del país como una función del rezago social, como inversa del potencial en la generación y mantenimiento de Capital Humano donde tanto los rezagos espaciales como los errores resultan significativos en la determinación de impacto regional en la forma funcional:

$$FBC_i = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} FBC_j - \beta IRS_i - \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij} \varepsilon + u_i$$

Donde el modelo SARAR se posiciona como el mejor para la estimación de impactos regionales entre las variables escogidas se puede concluir lo siguiente:



| Cuadro 4   |           |          |           |
|--|-----------|----------|-----------|
| Estimación de los Efectos Directos, Indirectos y Totales |           |          |           |
| <code>&gt; impacts(ModeloFBC_sarar, listw=wqueen)</code> |           |          |           |
| Impact measures (sac, exact):                            |           |          |           |
|  | Direct    | Indirect | Total     |
| IRS2010  | -370.9316 | 188.5261 | -182.4055 |

Estimado con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la CONEVAL

Respecto al impacto directo, confirma que un aumento de una unidad del Índice de Rezago Social impacta en una disminución de la Formación Bruta de Capital Fijo en -370.93 unidades en de manera interna en la unidad territorial estudiada (municipio) en donde aumenta valor del índice.

Por otra parte, el impacto indirecto muestra que un aumento en una unidad del índice Rezago Social en una unidad territorial analizada (un municipio) impacta de manera positiva en el potencial de atracción de inversión de sus unidades territoriales colindantes (municipios colindantes), quienes ven incrementado su flujo de inversión en 188.52 unidades en términos de la formación bruta de capital.

Finalmente, respecto al impacto total se tiene que el aumento de una unidad del IRS genera una disminución de -182.4055 unidades de la FBCF derivado del efecto conjunto en la modificación regional de la IRS, incorporando tanto el efecto directo, como el efecto indirecto.

### Conclusiones y recomendaciones de política

La formación y mantenimiento de unidades de Capital Humano es una condición necesaria, pero no suficiente, para atraer nuevas inversiones a las distintas regiones del país. Si bien, existen amplias regiones homogéneas atracción de inversiones, estas se encuentran altamente concentradas en extensiones territoriales altamente compactas, asociadas principalmente a las zonas metropolitanas de mayor relevancia nacional, siendo explicado el resto del país, en más de un 75% de los municipios del flujo de inversiones que caracteriza al análisis macroeconómico tradicional.

Por otra parte, las regiones donde puede proliferar, o no, la formación de Capital Humano son más extensas y homogéneas, es decir que, los municipios que conforman las regiones expulsoras y atracción de capital humano son mucho más extensas en tanto que la movilidad del factor trabajo es restringida interregionalmente, obligando a una movilidad limitada sobre todo entre los centros de trabajo y los polos de vivienda, que resultan periféricos a las actividades económicas de mayor rentabilidad y los centros productivos con mayores demandas de trabajo.

De esta manera, resulta necesario emprender una estrategia de desarrollo económico nacional centrada en la mejor distribución del Capital Humano en territorio nacional, homologando condiciones salariales y construyendo mejores condiciones económicas, educativas, en salud, vivienda y servicios públicos regionalmente, ya que como fue evaluado mediante los distintos modelos econométricos, no solo existe un impacto negativo en la inversión por el empeoramiento de las condiciones de reproducción del Capital Humano, sino que su heterogeneidad regional lleva a una competencia intermunicipal por acaparar los flujos de inversiones, que siendo escasos, promueven cada vez más y peores esquemas de competencia por los capitales en el mercado.

Es necesario que la política se enfoque en la homologación de las condiciones regionales del Capital Humano para promover un desarrollo regional convergente, no obstante, dicha política, debe encontrarse acompañada de un fortalecimiento de las labores y presupuestos del nivel de gobierno municipal, en tanto que es el nivel de decisión pública más cercano a la población y de donde se pueden despegar las primeras condiciones básicas para formar y mantener el capital en su lugar de origen, reduciendo la migración y abandono de regiones con peores condiciones productivas, dotándolas de nueva infraestructura económica.

Como se presentó, no solo es necesario impulsar la educación, la capacitación y la formación para el trabajo asertivo, sino propiciar desde el gobierno y el sector privado un esfuerzo conjunto por fortalecer una política de inversiones centrada en la construcción de nuevos valores en los hombres, mujeres y en las distintas regiones del país.

### Referencias literarias

- Accinelli, E.** (2019). *Crecimiento económico y trampas de pobreza: ¿cuál es el papel del capital humano?* Disponible en: scielo.org: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ineco/v66n261/0185-1667-ineco-66-261-00097.pdf>
- Barro, R.** (1991). “*Economic Growth in a Cross Section of Countries*”, *Quarterly Journal of Economics* 106. p. 407-443.
- Barro, R. y J-W Lee** (1993). “*International Comparisons of Educational Attainment*”, *Journal of Monetary Economics* 32: p. 363-394.
- Barro, R. y X. Sala-i-Martin** (1992). “*Convergence*”, *Journal of Political Economy* 100: 223-251.
- CONEVAL.** (2019) “*Índice de Rezago Social*”. CONEVAL. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** (2020). *Formación Bruta de Capital Fijo*. Consultado en <https://www.inegi.org.mx/>
- O'connor, D.** (2002). *Apertura económica y demanda de trabajo calificado en los países en desarrollo: teoría y hechos*. Comercio Exterior, 17.
- Oficina Nacional de Estadísticas. ONE** (2019). *Cuentas Nacionales*. Disponible en: ONE: <http://www.one.cu/publicaciones/07cuentasnacionales/abc/preguntas%20separadas/ABC1pag%2031.pdf> (15 de 11 de 2019).
- Pérez P.** (2006). *Econometría espacial y ciencia regional*. *Investigación Económica*, 129-160.
- Plan Nacional de Desarrollo** (2019-2024). Gaceta Parlamentaria, México, 2019. Disponible en: <http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/64/2019/abr/20190430-XVIII-1.pdf>
- Quintana R. & Mendoza M** (2020). *Econometría Aplicada Utilizando R*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rivas, Jorge y Delgado, J.** (2018). *La representación en el gasto público federal de los fondos pyme.*: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados
- Schultz, T.** (1968). *Valor económico de la educación*. Uteha: México.

**Villalobos G.** (2010). *Perspectiva de la teoría del capital humano acerca de la relación entre educación y desarrollo económico.* Tiempo de Educar.