

# Marginación a través de un modelo gravitacional. El caso de Guanajuato (2010-2020)

## Marginalization through a gravitational model. The case of Guanajuato (2010-2020)

José Luis Coronado Ramírez

Ernesto Cervantes-López

Sebastián Alejandro Vargas-Molina

Correspondencia: jlcoronador@ugto.mx  
Profesor de Tiempo Completo.  
Universidad de Guanajuato, campus León

Correspondencia: e.cervates@ugto.mx  
Profesor de Tiempo Parcial.  
Universidad de Guanajuato

Correspondencia: sa.vargasmolina@ugto.mx  
Profesor de Tiempo Parcial.  
Universidad de Guanajuato

**Fecha de recepción:**  
04-enero-2022

**Fecha de aceptación:**  
18-noviembre-2022

### Resumen

El tema central de este artículo es el comportamiento espacial de la marginación en el estado de Guanajuato, entre 2010 y 2020, a través de un modelo gravitacional. Se analizan los resultados de aplicarlo a la magnitud de la marginación en cada uno de sus municipios, en relación directamente proporcional en cada uno, producto de la población, e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias físicas entre ellos. Los resultados confirman las posibilidades de comparar los cambios en el periodo inter-censal señalado y la distribución resultante de fuerzas calculadas, que impulsan o rechazan la marginación dentro del territorio estatal, tomando como referencia al municipio de León, el cual presenta la menor marginación. Los hallazgos son principalmente dos: uno, observar patrones de distribución semejantes en ambos episodios censales; y dos, la coincidencia relativa de los índices de marginación y las distancias definidas versus las magnitudes de población, mucho más dinámicas. También, como resultado surgen preguntas de interés que ratifican que este modelo y sus variantes puede ser atractivo en exploraciones sucesivas del comportamiento de la marginación.

**Palabras clave:** marginación, modelo gravitacional, Guanajuato.

### Abstract

The central theme of this work is the spatial behavior of marginalization in the State of Guanajuato, between 2010 and 2020, through a gravitational model. The results of applying it to the magnitude of marginalization in each of its municipalities are analyzed, in relation directly proportional product of the population in each one, and inversely proportional to the square of the physical distances between them. The results confirm the possibilities of comparing the changes in the indicated intercensal period and the resulting distribution of calculated forces, which promote or reject marginalization within the state territory, taking as reference the municipality of León, which presents the least marginalization. The findings are mainly two: one, to observe similar distribution patterns in both census episodes; and two, the relative coincidence of marginalization indices and defined distances versus much more dynamic population magnitudes. Also, as a result, interesting questions arise that ratify that this model and its variants can be attractive in successive explorations of the behavior of marginalization.

**Key words:** marginalization, gravitational model, Guanajuato.

## **Introducción**

En pleno siglo XXI, México continúa experimentando un sinnúmero de problemas sociales de diferente magnitud, entre los que se puede mencionar como importantes: la violencia acusada, la inseguridad regional y la marginación persistente. México es un país con desigualdades sociales muy marcadas, sobre todo en sus regiones meridionales (Guerrero, Chiapas y Oaxaca) y en prácticamente todas las zonas periurbanas de sus principales urbes, en cada una de sus 32 entidades federativas. Estas asimetrías se observan en diferentes escalas, entre regiones y entre ciudades, incluso en las que ocupan lugares sobresalientes por su desarrollo económico en las últimas dos décadas, principalmente en el centro y norte del país.

Así, se observa que el estado de Guanajuato ha logrado tener una participación económica destacada a nivel nacional. Al observar algunos indicadores asociados a la generación de riqueza en ámbitos interestatales, se confirma que la entidad ocupa el sexto lugar en generación del Producto Interno Bruto en 2019, con 4.2% del total nacional (INEGI, 2020). Sin embargo, no obstante el esfuerzo económico Guanajuato no logra disminuir las desigualdades sociales, ni la distribución equitativa de dicha riqueza entre sus habitantes. Una evidencia de ello es el comportamiento de la marginación, lo opuesto al disfrute de la riqueza generada y “una dificultad para propagar el progreso” (CONAPO, 2011, p. 11) en ámbitos municipales, con la cual se constatan diferencias notables entre ellos, agrupándose en sub-regiones al interior de un estado con marcados contrastes.

La marginación es un concepto importante, pues incluye dimensiones de interés: carencias en educación, ingreso y vivienda, que no se profundizará aquí. Ya hay amplia literatura al respecto, el Consejo Nacional de la Población (CONAPO) la dimensiona, estudia y publica los resultados acerca de su metodología de cálculo y resultados desde 1990 hasta 2020 de manera consistente. Por ello, es importante señalar que se considera a la marginación una categoría válida de análisis, y a su medición un instrumento pragmático que permite delinear y definir las políticas públicas orientadas a combatir la desigualdad y la pobreza.

### **La marginación en Guanajuato**

Si se compara el grado de marginación de cada municipio de Guanajuato entre 2010 y 2020, publicados por CONAPO (2011; 2021), se observa un desplazamiento hacia los grados de

menor marginación en general. Solamente 14 municipios, el 30% del total, mantuvieron su mismo grado en ambos censos. Mientras que 26 municipios, el 57%, mejoraron un grado; y pocos, únicamente 6 municipios (13%), mejoraron dos grados. Lo interesante es que tres de estos últimos tuvieron una reducción simultánea de su población en números absolutos. En total fueron 10 municipios los que redujeron su población entre 2010 y 2020, sobre todo en el sur del estado.

**Tabla 1. Variación de los grados de marginación en los municipios de Guanajuato, 2010-2020**

<b>Cambio de Grado de Marginación</b>	<b>Nº de Municipios</b>	<b>Grados modificados</b>	<b>Municipios *</b>
Muy Alto a Alto	1	Uno	Xichú
Alto a Alto	2	Ninguno	Atarjea y Tierra Blanca
Medio a Medio	6	Ninguno	Comonfort, Jerécuaro, San Diego de la Unión, San Felipe, Santa Catarina y Victoria
Medio a Bajo	18	Uno	Abasolo, Coroneo, Cuerámara, Doctor Mora, Dolores Hidalgo, Huanímaro, Ocampo, Pueblo Nuevo, Romita, San Miguel de Allende y San Luis de la Paz, Santa Cruz, Santiago Maravatío, Pénjamo, Manuel Doblado, Tarimoro, Valle de Santiago y Yuriria.
Medio a Muy Bajo	6	Dos	Silao, Apaseo el Grande, Apaseo el Alto, San José Iturbide, Tarandacua y Salvatierra.
Bajo a Muy Bajo	7	Uno	Acámbaro, Cortazar, Jaral del Progreso, Purísima del Rincón, San Francisco, Uriangato y Villagrán.
Muy Bajo a Muy Bajo	6	Ninguno	León, Irapuato, Celaya, Salamanca, Guanajuato y Moroleón
	46		

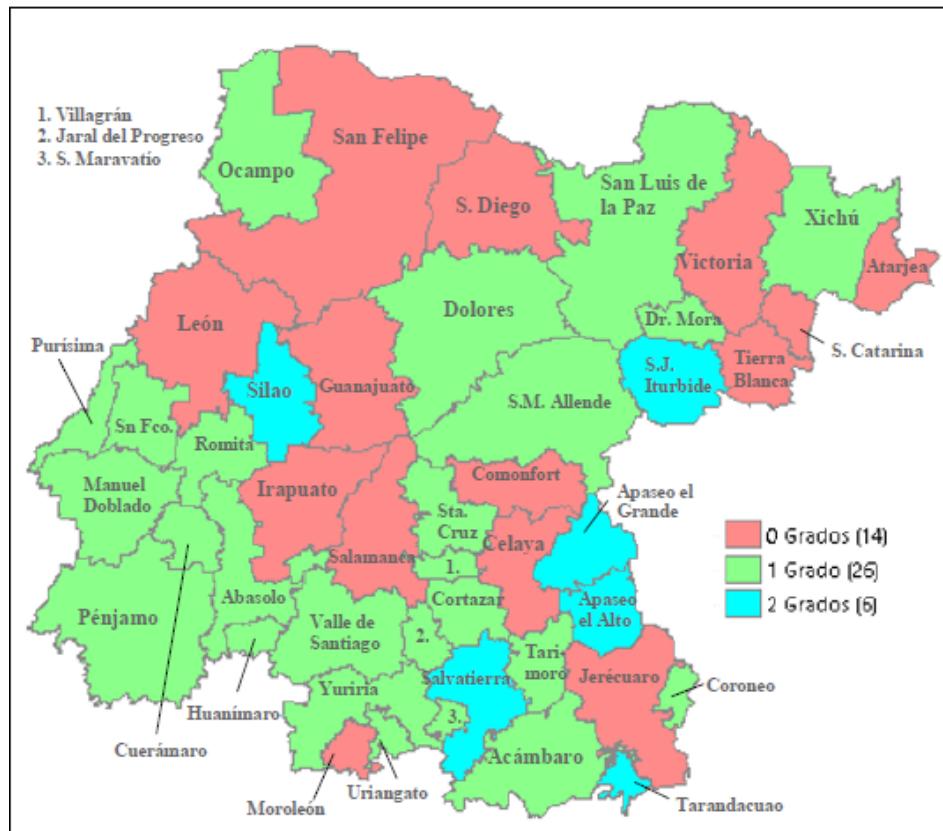
\* Nota: ver mapa 1.

Fuente: elaboración propia, con base en CONAPO (2011; 2021).

En la Tabla 1 se resumen los cambios principales por grado. Los municipios sin cambio de grado se encuentran en los grados Alto, Medio y Muy Bajo; ya que los del extremo Muy Bajo

son más industrializados y su grado ya no puede mejorar según CONAPO (2011; 2021) (León, Irapuato, Celaya, Salamanca, Guanajuato y Moroleón). Ellos contienen las ciudades más grandes que crecen demográficamente muy rápido. En cambio, los de grado Alto se encuentran con problemas relativos de aislamiento como Atarjea y Tierra Blanca; y los de Medio, que están alejados de los ejes carreteros y en zonas agrícolas pobres. Luego siguen los que mejoraron un grado, principalmente en dos regiones: la primera en el centro norte con Dolores Hidalgo, San Miguel de Allende y San Luis de la Paz; y la segunda, al suroeste con Pénjamo, Manuel Doblado, San Francisco y Purísima, como ejemplos. Por último, los que realmente mejoraron con dos grados, pero que prácticamente se encuentran aislados entre sí: Silao, Apaseo el Grande y Apaseo el Alto, San José Iturbide, Tarandacuao y Salvatierra. En el Mapa 1 se aprecia la distribución espacial de los cambios, de acuerdo con los grados de variación, todo ello está lejos de coincidir con la planeación económica estatal.

**Mapa 1. Número de Grados de Marginación modificados, según municipios de Guanajuato seleccionados, 2010-2020**



Fuente: elaboración propia en GeoDa.

Si bien el valor cualitativo Grado de Marginación permite observar cambios *grosso modo*, es el Índice de Marginación el que permite calcular con precisión los cambios, aunque ambos aportan una visión acertada de las tendencias de la marginación, porque según el CONAPO es un fenómeno multidimensional y estructural que:

(...) expresa la dificultad para propagar el progreso en el conjunto de la estructura productiva, pues excluye a ciertos grupos sociales del goce de beneficios que otorga el proceso de desarrollo. La precaria estructura de oportunidades sociales para los ciudadanos, sus familias y comunidades los expone a privaciones, riesgos y vulnerabilidades sociales que, a menudo, escapan al control personal, familiar y comunitario, cuya reversión requiere del concurso activo de los agentes públicos, privados y sociales. (CONAPO, 2011, p. 11)

En consecuencia, se esperaría que los cambios observados tuvieran una relación con las actividades de planeación económica en un lapso de diez años. Planeación que se orientaría a cambiar la estructura de oportunidades sociales y aminorar las desventajas económicas para la población en su conjunto, aunque realmente parece que los cambios se encuentran implícitos en los municipios de mayor dinamismo económico.

La marginación se ha dimensionado a partir de definiciones operativas, dependiendo de la escala de análisis como entidad federativa, municipio, localidad o área geoestadística básica (AGEB), y las fuentes de información en que definen sus indicadores y variables. CONAPO (2011) propuso un ejercicio de cálculo y de cartografía temática de la marginación urbana que permitió la inclusión de 10 indicadores para cada unidad territorial; en este caso municipal. Esta metodología abarcó dos grandes dimensiones en la medición de la marginación en México: una, referida a la carencia de capacidades y potencialidades de los individuos cuyos temas centrales fueron la educación y la salud; y dos, las condiciones insuficientes de su vivienda y la ocupación de la misma, también relacionados indirectamente a la sanidad y el ingreso.

Ya en términos de medición y cuantificación, la definición de la marginación es realizada por la construcción de un índice estadístico que permite valorar las diferentes dimensiones que conllevan el fenómeno de la exclusión, siempre considerando que el resultado del índice está constreñido al año para el cual se calcula (Gutiérrez y Gama-Hernández, 2010), por lo que se retoma el acercamiento que permite observar su evolución en el tiempo (Bustos, 2009).

Para 2020, CONAPO (2021) ajustó la metodología para calcular el Índice de Marginación con renovados criterios estadísticos, sin perder el sentido de dimensionar las limitaciones en

las capacidades y potencialidades de las personas, así como las condiciones insuficientes de las viviendas habitadas. Profundiza en la estadística multivariante explorando la técnica de “análisis de distancia  $P_2$ ” (Escobar, 2008; Pena-Trapero, 2009), al reducir información con indicadores sintéticos de distancia entre puntuaciones o valores, lo que permitirá aprovechar al máximo los indicadores simples. De esta manera, se otorgan índices de marginación en escalas positivas y fácilmente comparables con las anteriores de 2010.

No obstante, sigue siendo un reto obtener buenas aproximaciones de un fenómeno multidimensional y dinámico, donde se deben ponderar cada uno de los factores involucrados, porque siempre será positivo que sigan abiertas las alternativas para mejorar los procedimientos. Y, sin duda, una de las vertientes que seguirá activa es la búsqueda de opciones que permitan acercarse y medir con precisión el problema de la marginación. Con la ventaja de hacer uso de la información estadística oficial, generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), principal eje rector de información oficial en el país y de los índices de marginación publicados periódicamente por CONAPO.

## **Metodología**

Con respecto a preguntas acerca del comportamiento espacial de la marginación, se propone el uso de una variante del modelo de la Ley de la Gravitación Universal propuesto por Issac Newton en el año de 1687 en su libro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, que describe la interacción gravitatoria entre distintos cuerpos con masa. Es un modelo que permite considerar a la marginación como una relación activa (una especie de fuerza) entre los dos cuerpos, considerando en este caso a las unidades político-administrativas municipales, de tal manera que permita clasificarlas por la magnitud de dicha relación.

Cabe señalar que hasta hoy en día la mayoría de las aplicaciones del Índice de Marginación de CONAPO se dan en ámbitos descriptivos, lineales, en los que el orden o peso observado de su distribución está dado por el valor individual de cada territorio involucrado. Sobran los mapas y tablas estadísticas que “ordenan” la marginación de mayor a menor (o viceversa), sin buscar otros vínculos o relaciones entre su jerarquía, distanciamiento temático o peso de su demografía o algún rasgo natural o social. Por lo que involucrar otras dimensiones al comportamiento de la marginación es un reto poco explorado.

Cuando se mencionan aspectos cuantitativos y cualitativos, es arduo acoplarlos para apoyar su uso prácticamente y utilizar ambos enfoques de manera adecuada en la solución de un problema; es decir, encontrar una alternativa a partir de dos áreas cuyo origen se reconoce muy ajeno, entre la física y la sociología. Sin embargo, en el año de 1990 surge la sociofísica y econofísica, dos novedosas ramas de la física interdisciplinaria que busca utilizar métodos y conceptos de la física en el estudio de interacciones colectivas en sociedades, generando nuevas alternativas para aproximarse a fenómenos sociales y económicos a través de modelos físicos (Galam, 2012).

En ciencias sociales no solamente la Geografía humana (sobre todo las especialidades económica, regional y urbana) es la que ha explorado y propuesto más alternativas a la aplicación de modelos entre las dinámicas sociales y las leyes físicas (Isard, 1960; Wilson, 1971; Haggett, 1976; Santos, 1994; Buzai y Montes, 2021), sino que también existen exploraciones cuantitativas en Economía, Psicología social, entre otras disciplinas. La secuencia del análisis es la siguiente: como un primer paso, en nuestro caso se seleccionó una alternativa que se considera es el modelo gravitacional, utilizado en diferentes aplicaciones de la física clásica, es decir:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1)$$

Donde:

$G$  es una constante gravitacional.

$m_1, m_2$  representan las masas de los objetos.

$r$  es la distancia que separa los objetos.

Con la misma idea de exploración que se usó para estimar un fenómeno natural, ahora se aplica a uno socioespacial, asociando una característica física como la distancia, y un conjunto con variables demográficas (población de los municipios) y socioeconómicas (su grado de marginación). Así, se seleccionó al estado de Guanajuato para su análisis, considerando varios supuestos en la aplicación del modelo en el ámbito social. Para este artículo, el modelo propuesto tiene la siguiente forma:

$$F_{IM} = IM_p \frac{P_p P_j}{r^2} \quad (2)$$

Donde  $IM_p$  es el cociente del Índice de Marginación (índice que mide y publica CONAPO), con respecto a cada una de los distintos municipios que forman el Estado,  $P_p$  y  $P_j$  son el total de población en el municipio  $p$  y  $j$  con  $p \neq j$  respectivamente,  $r$  es la distancia entre los centroides de cada municipio y  $F_{im}$  es la fuerza resultante.

El cociente entre el producto de la población y la distancia será un valor positivo, por lo cual el signo de la fuerza está completamente determinado por el valor que tenga asociado el índice de Marginación  $IM_p$ ; es decir, si se denota como  $I_p$  el Índice de Marginación pivote con respecto al resto de los municipios, cuyo índice se denota  $I_j$  con  $j$  de 1 al total de municipios en el estado. Se observa que cuando  $I_p = I_j$  se tiene un cociente con la unidad:

$$IM_p = \frac{I_p}{I_j} \text{ y la fuerza estará en función de las densidades poblacionales} \quad (3)$$

cuando  $P_p \ll P_j, P_p \gg P_j$  o  $P_p = P_j$

Se debe cambiar la signatura, ya que existe la fuerza nula (que sería el caso consigo mismo). De esta manera, para la información proporcionada por CONAPO (2011) en 2010, se tienen fuerzas positivas y negativas en función del cociente de índices. En el concepto de marginación como tal no tiene sentido el cero, ya que no es ausencia de marginación, por lo tanto, se realiza el siguiente convenio:

$$\text{Signatura de } IM_p \left\{ \begin{array}{l} +IM_p = \begin{cases} \text{si } \frac{-I_p}{+I_j} \text{ y } I_j > I_p \\ \text{si } \frac{+I_p}{-I_j} \text{ y } I_p > I_j \\ \text{si } \frac{+I_p}{+I_j} \text{ y } I_p = I_j \end{cases} \\ -IM_p \quad \text{en cualquier otro caso} \end{array} \right. \quad (4)$$

Esto se debe a que el cociente aplica solo sobre los valores, y va a prevalecer el signo del índice con mayor magnitud con relación al cero. Se recuerda que un índice negativo establece un menor grado de marginación en el área de estudio, pero el cero no es carencia de marginación, según lo establecido por CONAPO (2011). Ante la transformación del cociente y al tomar como referencia la relación de fuerzas interactuantes con respecto a un cuerpo, el concepto de cero toma el valor de la fuerza consigo mismo y resulta nula.

Bajo este esquema conceptual, se utilizó el índice de Anselin (1988), que tiene un carácter local y que detecta la posible presencia de autocorrelación espacial en un determinado subconjunto de unidades espaciales, permitiendo obtener un índice para cada unidad espacial que se analiza, en este caso, el municipio. Lo anterior permite revisar el grado de dependencia



individual de cada unidad espacial respecto de las demás. De los índices de tipo global, el de Moran (1988) es el más utilizado y tiene la siguiente forma:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \text{ para } i \neq j \quad (5)$$

Donde  $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$  con  $n$  el número de unidades espaciales. La manera más adecuada para analizar e interpretar el índice  $I$  es normalizándolo, obteniéndose un  $Z(I)$ , el cual es asintóticamente normal, lo cual permite afirmar que, si asume valores positivos y significativos bajo un nivel de confianza establecido, entonces la información presenta una autocorrelación espacial positiva. En caso contrario, se tendrá una correlación espacial negativa. Y una variante al índice de Moran es el propuesto por Anselin (1995), que es válido bajo el supuesto de una hipótesis de ausencia de autocorrelación. A nivel global se puede definir el siguiente índice local:

$$I = \frac{(x_j - \bar{x})}{m_2} \sum_{k=1}^n w_{jk} (x_k - \bar{x}) \text{ para } j \neq k \quad (6)$$

con  $m_2 = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n}$

Al realizar su estandarización, su interpretación es similar al que se realiza sobre el índice global, con la característica adicional de que para valores  $Z(I)$  positivos y significativos se confirma la existencia de un agrupamiento (*cluster*) de valores muy similares alrededor de la unidad espacial  $j$ , y de la misma manera con valores negativos y significativos, se encuentra un *cluster* de valores diferentes alrededor de la  $j$ -ésima unidad espacial, que para este análisis corresponderá a los municipios.

## Resultados

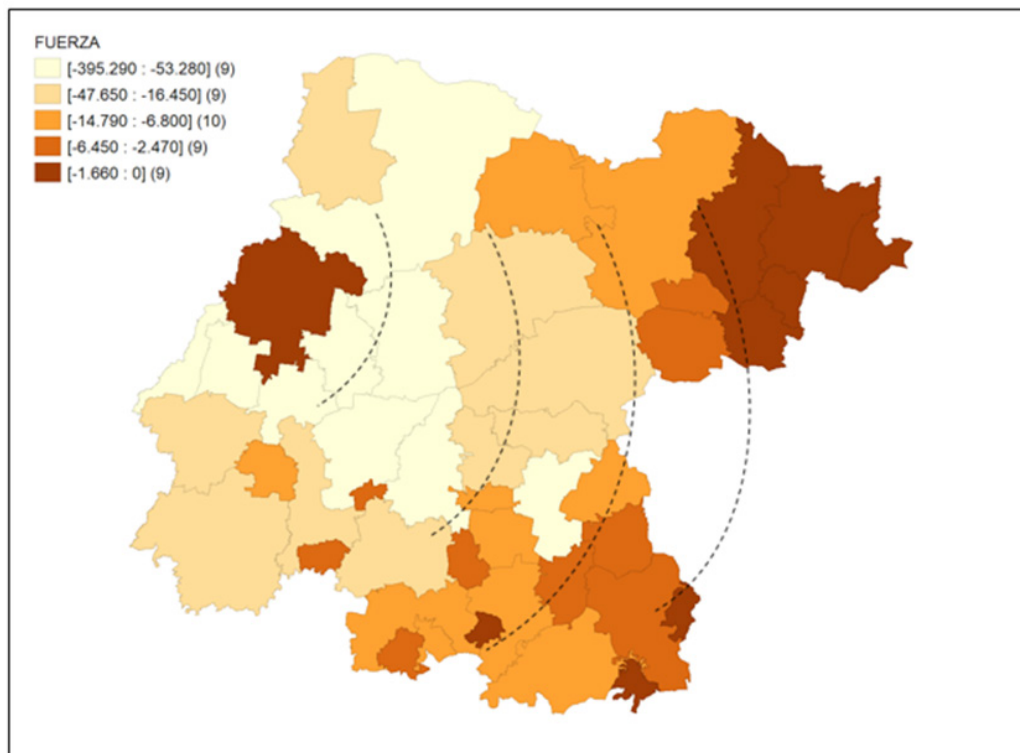
Al obtener la estimación de la fuerza resultante de un municipio, en este caso León con respecto al resto de los municipios que pertenecen al estado de Guanajuato, se observan cada una de las fuerzas resultantes positivas o negativas, cuyo significado es muy similar al considerado en CONAPO, es decir, entre más negativo es el valor de la fuerza, menor grado se tiene de marginación asociada al municipio, y con la característica adicional de que entre más negativa

sea su fuerza mejores serán las condiciones de referencia que se encuentran asociadas al índice de marginación: educación, ingresos y condiciones de vivienda.

La estimación muestra para 2010 una entidad estatal con poco grado de marginación en general (ver Mapa 2): Silao (-395.3), Irapuato (-257.0), San Francisco del Rincón (-209.5) y Guanajuato (-133.5) son los municipios que representan los mejores índices de marginación y, por lo tanto, se puede inferir menos rezago en la mayoría de los aspectos considerados al medir el concepto de marginación.

Se debe considerar que al seleccionar un municipio de León como pivote para aplicar la variante del modelo gravitacional, junto con el resto de los municipios, se toma como una fuerza nula consigo mismo, es decir, la fuerza de León asume un valor de cero, y de manera implícita se convierte en el punto de referencia para interpretación de las fuerzas, es decir, valores positivos conllevan un grado de marginación no adecuado mientras, como ya se ha mencionado, valores negativos implican menor marginación.

**Mapa 2. Fuerza expresada de la marginación respecto al municipio de León, según municipios, 2010**

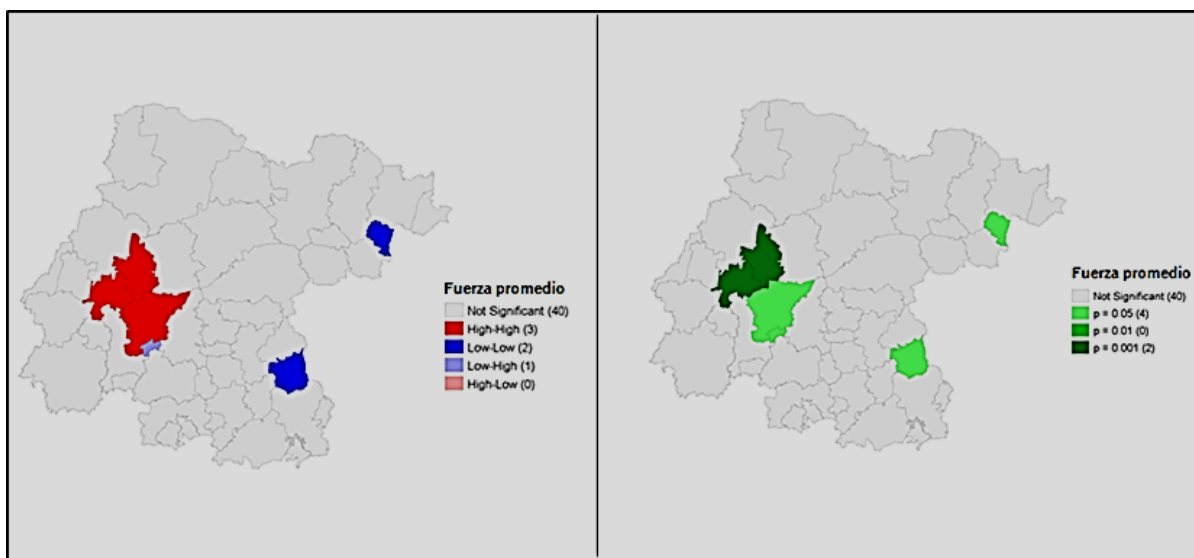


Fuente: elaboración propia, con base en CONAPO (2011).

Por ello, León se muestra con el color semejante a los municipios con mayor grado de marginación. No obstante, es el municipio que normalmente se ostenta como el de menor grado de todos. De esta manera, se tiene que los municipios con graves problemas de marginación son aquellos que se encuentran muy cercanos al cero, en el caso de que la fuerza de la variante del modelo gravitacional asuma valores negativos, y más alejados del cero cuando la fuerza que se calcula contenga valores positivos. Los municipios que presentan problemas de marginación para el estado de Guanajuato son: Atarjea (-0.4), Santa Catarina (-0.4), Xichú (-0.7), Coroneo (-0.7), Tarandacua (-0.7) y Santiago Maraviato (-0.8).

Con la intención de validar aún más los resultados anteriores, se realizó la estimación del índice de Anselin (1995) y las últimas aplicaciones (Buzai y Montes, 2021, pp. 75-78), donde se puede observar que en el primer cuadrante se ubican Silao, Irapuato y Romita; en el segundo cuadrante Pueblo Nuevo; y en el tercer cuadrante se ubican a Santa Catarina y Apaseo el Alto (ver mapa 2, izquierda). Al obtener diferentes niveles de significancia por medio del estadístico de prueba  $-t$ -valor, se observan resultados congruentes, ya que Silao e Romita son altamente significativos con un  $p < 0.001$ , y Pueblo Nuevo, Santa Catarina, Apaseo el Alto e Irapuato son significativos con  $p < 0.05$  (ver Mapa 3, derecha).

**Mapa 3. Fuerzas promedio y sus niveles de significancia para el índice de Anselin-Moran**

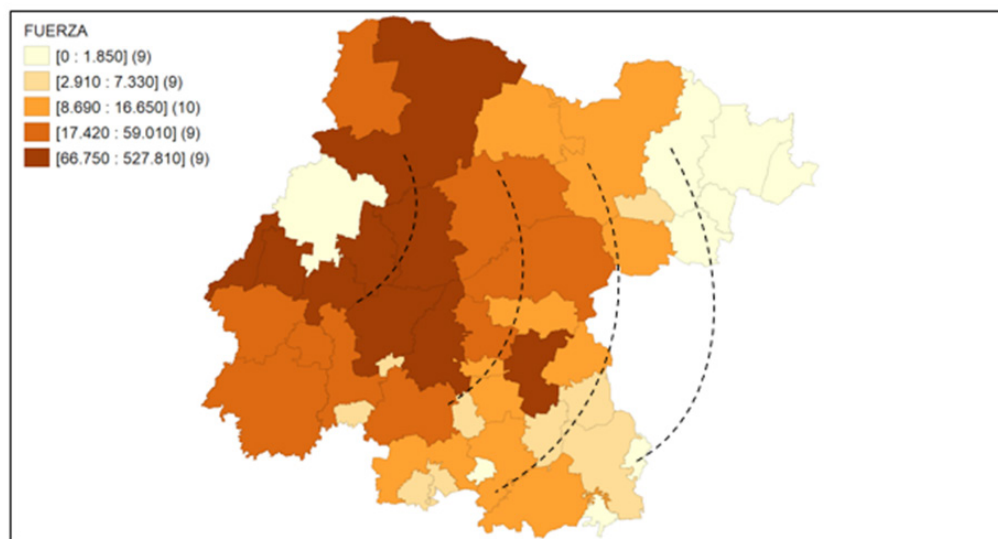


Fuente: elaboración propia.

Para 2020, los cambios no se observan altamente contrastantes. Tomando la magnitud de la fuerza observada, se puede afirmar que no existen cambios significativos en las atracciones y rechazos manifestados para la marginación respecto al municipio pivote (León), no obstante que se valoraron con diez años de diferencia en la aplicación de políticas de combate a los componentes no deseados de la marginación en las políticas de desarrollo urbano y regional del estado, sobre todo, en los municipios de mayor atraso.

Nuevamente en 2020 se observaron los nueve municipios aledaños a León, formando un anillo con valores de fuerza entre 66.75 y 527.81, con excepción de Celaya, ubicada en el corredor industrial en el extremo oriental, cercano a Querétaro (ver Mapa 4). Después se ubica un segundo anillo menos evidente, entre 17.42 y 59.00, también con 9 municipios, ligeramente dispersos, entre los que destaca el suroeste con Pénjamo, Manuel Doblado, Abasolo, Cuerámara; al centro del estado, San Miguel Allende y Dolores Hidalgo. Un tercer anillo entre 8.69 y 16.65, mucho más disperso que comprende 10 municipios. Al sur: Acámbaro, Salvatierra principalmente. Al centro, Comonfort y Apaseo el Grande; y al norte, San Luis de la Paz, San Diego de la Unión y Doctor Mora.

**Mapa 4. Fuerza expresada de la marginación respecto al municipio de León, según municipios, 2020**



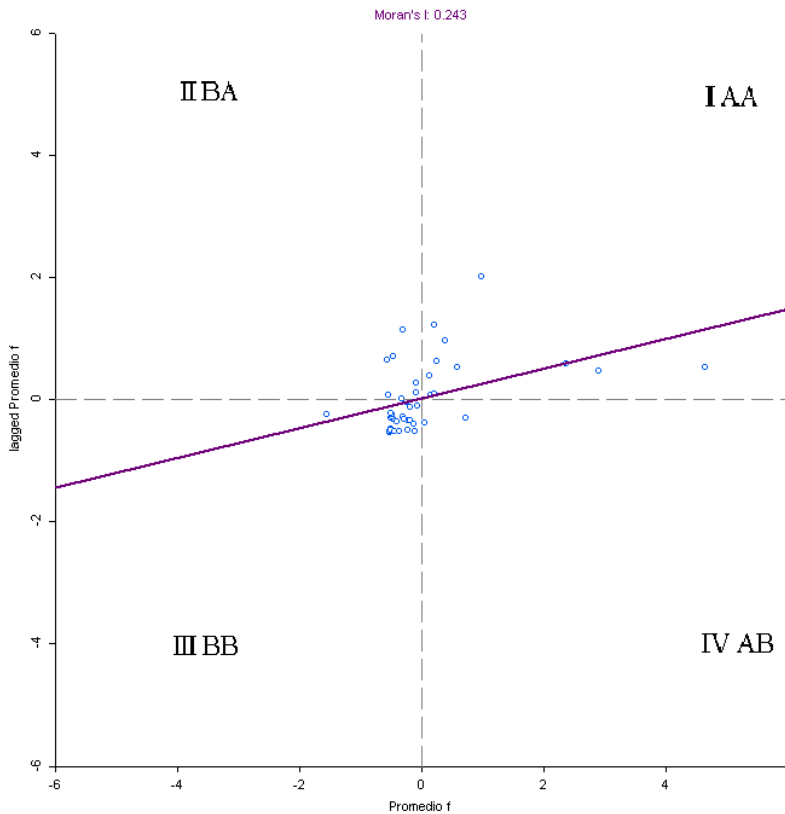
Nota: los colores se invirtieron respecto al mapa 1, al tomar la magnitud de la fuerza para hacer notar los valores positivos en la nueva metodología de CONAPO al calcular los índices de marginación.

Fuente: elaboración, con base en CONAPO (2021).

Por último, los dos estratos de menor fuerza con 18 municipios entre 0 y 7.33, dispersos y alejados en dos amplias zonas: en el extremo sureste, Tarandacua, Tarimoro, Jerécuaro; y en el extremo noreste, en la Sierra Gorda, Atarjea, Xichú, Victoria y Tierra Blanca, entre otros. Para 2010 (año base del análisis), en el diagrama de dispersión de I. de Morán visualmente se observa el comportamiento de cada una de las entidades y su distribución. Existen al menos cuatro entidades atípicas, fuertemente en el primer cuadrante (con entidades de alto valor rodeadas de altos valores). En el tercer cuadrante se observa un agrupamiento (*cluster*) un poco más denso y cercano entre sí (entidades de bajo valor rodeadas de bajos valores).

El segundo cuadrante concentra el resto de las entidades (entidades de bajo valor rodeadas de altos valores), y solo dos aparecen en el cuarto cuadrante (entidades de alto valor, rodeadas de bajos valores) (ver Esquema 1). Para 2020, será una distribución semejante, dados los escasos cambios ocurridos para los mismos intervalos de clase, al clasificar las fuerzas calculadas.

**Esquema 1. Diagrama de dispersión de I. de Morán de las fuerzas del IM 2010**



Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

Como se ha apreciado, la idea central de asociar espacialmente la marginación como fenómeno social de fuerza gravitacional con variables sociodemográficas dimensionables tiene interesantes resultados. La aproximación de la sociofísica a temas sociales, como la marginación, demuestra ser un campo de análisis fructífero por las posibilidades que ofrece, como poder observar territorialmente cómo se contrarresta o no la marginación entre los municipios a partir de su distribución. Las preguntas que surgen casi de inmediato se articulan en torno al efecto de la dinámica demográfica, que sería la variable (cantidad de habitantes) en cada municipio, sujeta a cuando menos tres factores: mortalidad, fecundidad y migración en cada una de las regiones generadas al medir la fuerza de la marginación respecto a León. Los principios gravitacionales siguen sugiriendo elementos de discusión para encontrar respuestas a cuestiones de políticas sociales.

El estado de Guanajuato, dentro de la región del Bajío, tiene territorios con atracción notable, a partir del municipio de León, en los que la marginación comparte magnitudes semejantes. De esta manera se crean como consecuencia espacios estatales en los que ocurre lo contrario. Son los municipios guanajuatenses más alejados de León. Allí la marginación, relativa a la fuerza que ejerce, parece mantener los altos valores que cualquier política pública desearía reducir.

En otras palabras, la educación, el nivel de ingresos y las condiciones de vivienda tienden a polarizarse a partir de la cercanía o lejanía al pivote elegido (León), cuya influencia puede suponerse como vecindad positiva que se debilita con la distancia, al grado de observar una marginación perimetral en los municipios más alejados. Esto es válido solo para el estado de Guanajuato, bajo las condiciones y supuestos del análisis en este caso de estudio. Las políticas públicas orientadas a combatir o abatir los altos grados de marginación, bien pueden considerar este comportamiento polarizante al analizar los recursos destinados al desarrollo equitativo de la entidad estatal.

La estandarización del Índice de Moran permitió observar los casos singulares, tanto para precisar los valores promedio de atracción y repulsión (o no-atracción), como los niveles de significancia mostrados por algunos municipios. Se concluye que la identificación clara de las fuerzas resultantes es un válido reflejo de los patrones de distribución geográfica de la influencia

de la marginación a través del Índice de Marginación, tomando en cuenta al municipio más importante por su demografía y otras características socioeconómicas a analizar.

Ha sido evidente el constatar la poca o escasa variación intercensal, no solamente de los grados de marginación calculados por CONAPO, sino, sobre todo, la inamovilidad de las fuerzas que ejercen estos índices en la división político-administrativa al comparar 2010 y 2020; cuando se consideran tanto a su población como la distancia física de cada uno al municipio con menor marginación. Esto puede interpretarse como una dinámica de la marginación que no ha cambiado casi en nada en 10 años.

Finalmente se puede afirmar que buscar vínculos y relaciones que permitan observar tensiones (atracciones o rechazos) en las tendencias que toma la distribución de la marginación, con instrumentos cuantitativos precisos, sí permite empezar a vislumbrar más posibilidades de análisis y dar paso a nuevas posibilidades de entender su comportamiento y tendencias, mismas que los diseñadores de política pública pueden fácilmente interpretar y utilizar.

## Referencias

- Anselin Moran, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and models*. Kluwer Academic Publishers/The Netherlands.
- \_\_\_\_\_ (1995). *Local Indicators of Spatial Association-LISA*. *Geographical Analysis*, 2(27), 93-115.
- Bustos y de la Tijera, V. A. (2009). Indicadores sintéticos para seguir la evolución en el tiempo de fenómenos multidimensionales: una propuesta metodológica. *Boletín del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*, 2(3).
- Buzai, G. y Montes, G. (2021). *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con Sistemas de Información Geográfica. (Versión 1.1)*. Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO). [https://www.researchgate.net/publication/357001572\\_Estadistica\\_Espacial\\_Fundamentos\\_y\\_aplicacion\\_con\\_Sistemas\\_de\\_Informacion\\_Geografica](https://www.researchgate.net/publication/357001572_Estadistica_Espacial_Fundamentos_y_aplicacion_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica)
- Consejo Nacional de Población (2011). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. CONAPO.
- \_\_\_\_\_ (2021). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020. CONAPO. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2020>

- Escobar, J. (2008). Indicadores ambientales sintéticos. Una aproximación conceptual desde la estadística multivariante. *Gestión y Ambiente*, 11, 121-140.
- Galam, S. (2012). *Sociophysics A Physicist's Modeling of Psycho-political Phenomena*. Springer.
- Gutiérrez Pulido, H. y Gama-Hernández, V. (2010). Limitantes de los índices de marginación de CONAPO y propuesta para evaluar la marginación municipal en México. *Papeles de Población*, 16(66), 227-257.
- Haggett, P. (1976). *Análisis locacional en la Geografía Humana*. Col. Ciencia Urbanística N° 17. Editorial Gustavo Gili.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). *Producto Interno Bruto por entidad federativa 2019. Comunicado de prensa N° 632/20, p. 5*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/OtrTemEcon/PIBEntFed2019.pdf>
- Isard, W. (1960). *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*. The MIT Press.
- Newton, I. (1687). *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Cambridge Trinity College.
- Pena-Trapero, B. (2009). La medición del bienestar social: una revisión crítica. *Estudios de Economía Aplicada*, 27(2), 299-324.
- Santos, J. M. (1994). Los modelos de interacción espacial y el análisis de los flujos migratorios interregionales. Aplicación al territorio español. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII, Geografía*, 1994, 51-81.
- Wilson, A. G. (1971). A family of spatial interaction models, and associated developments. *Environment and Planning*, 3, 1-32.