

## EXPLORACIÓN DE LA GEOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN EN MÉXICO POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE DATOS ESPACIALES\*

*Miguel Alejandro Flores Segovia  
y Amado Villarreal González\*\**

### RESUMEN

El objetivo de este artículo es investigar la distribución espacial de las industrias en el sector de la innovación en México. Mediante el análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE), se presenta un estudio original en un contexto espacial en que el análisis empírico emplea datos georreferenciados recientemente disponibles, por empresa, así como datos de los Censos Económicos de 2009. Se utilizan estadísticas espaciales globales y locales para identificar, cuantificar y localizar *clusters* espaciales de empresas y su correspondiente composición del empleo. Con esto se muestra la existencia de “puntos calientes”, es decir, zonas en donde se presenta una fuerte dinámica de actividades de innovación. Este análisis identifica las regiones más innovadoras con base en siete *clusters* espaciales de grandes empresas distribuidos por todo el país, principalmente en zonas urbanas y metropolitanas. El estudio contribuye a una mejor comprensión de las condiciones de los *clusters* de innovación que imperan en el país y quizás ayude en la formulación de políticas específicas de innovación basadas en el tamaño de las empresas y para sectores específicos, esto con el objetivo de acelerar el proceso de innovación regional. También aporta lineamientos para los encargados de formular políticas ansiosos por promover el

\* *Palabras clave*: análisis exploratorio de datos espaciales, *clusters* espaciales, innovación, políticas industriales, sistemas de innovación regionales y sectoriales. *Clasificación JEL*: C21, O32, R12. Artículo recibido el 11 de septiembre de 2012 y aceptado el 4 de abril de 2013 [traducción del inglés de Karina Azanza y Brian McDougall].

\*\* EGAP Gobierno y Política Pública, Tecnológico de Monterrey (correos electrónicos: miguel flores@itesm.mx y amado.villarreal@itesm.mx).

desarrollo de las economías locales e identificar en dónde se requiere desarrollar, financiar y elaborar sistemas de innovación regionales.

#### ABSTRACT

The objective of this paper is to explore the spatial distribution of industries in the innovation sector in Mexico. Through the use of Explanatory Spatial Data Analysis (ESDA), we aim to present an original study in a spatial context, in which the empirical analysis considers recently available firm-level geo-referenced data, as well as data from the Economic Census of 2009. We use global and local spatial statistics in order to identify, quantify, and locate spatial clusters of firms and their employment composition. By doing so, we aim to show the existence of “*hot-spot*” areas with strong dynamics of innovation activities. The analysis identifies the most innovative regions based on seven spatial clusters of large-size establishments across the country distributed primarily in urban and metropolitan areas. This study contributes to a better understanding of the prevailing conditions of innovation clusters in the country and may help in the design of specific innovation policies tailored to firm size and for specific sectors aiming to accelerate the regional innovation process. It also provides guidance to policymakers eager to promote the development of local economies and identify where regional innovation systems need to be developed, financed, and designed.

#### INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe un creciente consenso entre académicos acerca del papel positivo que la innovación desempeña en el crecimiento económico. No obstante, el interés en la dimensión espacial de este efecto surgió apenas recientemente (Gordon y McCann, 2005; Espa, Arbia y Guiliani, 2010; Antonietti y Cainelli, 2011; Broekel y Brenner, 2011). Este interés creció considerablemente en el pasado decenio y se debe en gran parte al éxito de distritos o *clusters* industriales estadounidenses bien conocidos, como el Valle del Silicio y la Ruta 128 (Belussi, 2006).

Las actividades de innovación pueden llevar a cambios estructurales, lo cual sucede mediante distintos procesos, como son la acumulación de conocimientos, la investigación y el desarrollo, la invención y los aumentos en la productividad (Fratesi y Senn, 2009). Se cree que las economías de aglomeración de las industrias innovadoras —y los consiguientes efectos

de red y derramas de conocimientos— influyen en el crecimiento de una región, y en la bibliografía económica se perciben como motores clave para el desarrollo de *clusters* (Garavaglia y Breschi, 2009; Delgado, Porter y Stern, 2010).

La nueva geografía económica (NGE) aporta un enfoque integral y microfundamentado de la economía espacial, que a su vez ayuda a desarrollar el análisis de datos espaciales. Destaca el papel de las fuerzas de aglomeración en la generación de una distribución desigual de la actividad económica y del ingreso en el espacio (Venables, 2008). Explica fundamentalmente la formación de una gran variedad de aglomeraciones (o concentraciones) económicas en el espacio geográfico (Fujita y Krugman, 2004, p. 140). Asimismo, la bibliografía de la nueva geografía económica considera que la creación y promoción de *clusters* industriales es decisiva para realzar el papel de las cadenas productivas y los sectores de apoyo locales (Krugman, 1991), lo cual también puede traer consigo un componente de innovación institucional (Porter, 1998).

Una línea de investigación importante sugiere que las ciudades y regiones funcionan como incubadoras de la innovación y que el factor del capital humano desempeña un papel en particular importante en el fomento del crecimiento regional (Jacobs, 1961; Thompson, 1965; Lucas, 1988; Lee, Florida y Acs, 2004). Específicamente, la importancia del estudio de los *clusters* industriales también se debe a la importancia del entorno en todas las economías avanzadas; la formación de *clusters* es un ingrediente esencial del desarrollo económico (Porter 1998, p. 7).

La presencia de aglomeraciones o *clusters* de empresas se ha propugnado como un factor importante del desempeño económico local. Es posible que estas aglomeraciones o *clusters* produzcan ventajas competitivas al generar ciertos beneficios que no están disponibles para las empresas que no se ubican en concentraciones geográficas. Algunos de estos beneficios son: *i*) los rendimientos crecientes a escala impulsados por las propiedades sistemáticas incrustadas en los sistemas locales; *ii*) la disminución de los costos de transacción, los costos de la innovación y del desarrollo tecnológico, dependiendo de las interacciones locales y *iii*) la reducción de los costos debido al aprendizaje efectivo (Belussi, 2006).

Además, el estudio de la aglomeración espacial puede contribuir a la comprensión de las pautas y procesos contemporáneos de la transformación industrial y el desarrollo regional. También podría favorecer el desarrollo de

políticas industriales regionales para la adopción de estrategias de desarrollo económico basadas en *clusters*. Éste ha sido un enfoque de políticas dominante desde principios del decenio de los noventa en los países miembros de la OCDE y en muchos países en desarrollo (Enright, 2003; OCDE, 1999; 2001; Rosenfeld, 2001).

A grandes rasgos, los analistas interesados en la geografía de la innovación se han preocupado primordialmente por tres cuestiones principales. La primera de ellas se relaciona con el hecho de si las industrias innovadoras están concentradas en el espacio o dispersas en ciertas zonas. La segunda cuestión aborda los distintos mecanismos y factores que subyacen en dicha distribución. La tercera se refiere a la manera en que la concentración espacial afecta a otras variables económicas y produce efectos de derrame que a final de cuentas contribuyen al crecimiento económico regional y nacional (Ratanawaraha y Polenske, 2007; Duranton, 1997, 2007; Varga, 2008; Gallié y Legros, 2008).

En este sentido, las zonas urbanas y metropolitanas se consideran la cuna de nuevas tecnologías y de innovación en forma de nuevos productos o métodos de producción (Klaesson, Johansson y Karlsson, 2011). Además se caracterizan no solamente por su aglomeración de actividades económicas, sino también por su infraestructura de transporte intrarregional, que facilita el movimiento de personas y productos. Por consiguiente, no es ninguna sorpresa encontrar pruebas de que gran parte de las actividades creativas y de innovación se concentran dentro de los límites de las zonas urbanas y metropolitanas (Anselin, Varga y Acs, 1997; Klaesson *et al.*, 2011; Lee, Florida y Acs, 2004).

En este contexto, en el presente artículo empleamos los conceptos localización y aglomeración espacial para denotar el grado hasta el cual empresas e industrias similares o relacionadas tienden a conjuntarse (es decir, concentrarse o aglomerarse) en lugares específicos. Por ende, las ventajas competitivas sugeridas de la aglomeración espacial se derivan de estas economías de localización o economías de aglomeración (Lundequist, 2002). Consiguientemente, la aglomeración espacial de unidades económicas es la idea central de esta investigación, puesto que relaciona el papel del espacio y el lugar de la ubicación como facilitadores de transformación industrial, y que en dado caso dan lugar a la identificación de sistemas de innovación regional sectorial.

Un sistema de innovación regional sectorial (SIRS) consta de instituciones

clave o elementos organizacionales —y los vínculos entre ellos— implicados en la innovación de manera sistemática. Los SIRS pueden configurarse mediante un enfoque de regionalización, en el que la capacidad para desarrollar políticas y gestionar los elementos clave que conforman los sistemas regionales son cuestiones centrales. Esto tiene relación con la capacidad de financiar inversiones estratégicas en infraestructura para el desarrollo de procesos de innovación; o desde un enfoque de regionalismo, en el que la base cultural de la región puede generar un cierto potencial sistémico. El SIRS puede conceptualizarse en términos de un orden colectivo basado en una regulación microconstitucional condicionada por la confianza, la fiabilidad, el intercambio y la interacción cooperativista (Cooke, Urange y Extebarría, 1997; Cooke, 2001).

Para evaluar la distribución geográfica de la innovación, el procedimiento cuantitativo que proponemos es más parecido a la categoría de aglomeración de unidades económicas en el que la meta es identificar los “puntos calientes”. Porter (1998) propone la definición de *cluster* como una aglomeración de empresas en los siguientes términos: “concentración geográfica de empresas interconectadas, abastecedores especializados, proveedores de servicios, empresas en industrias relacionadas, e instituciones asociadas”. Para fines de este estudio, los *clusters* se definen como aglomeraciones geográficas no aleatorias de empresas con capacidades similares o complementarias en grado sumo (Maskell y Kebir, 2006).

El presente artículo se enfoca en el contexto geográfico del sector de la innovación al explorar la distribución de *clusters* a nivel micro, es decir, considerando cada planta como una unidad de análisis. El análisis pretende renovar la atención de los estudiosos y los encargados de formular políticas en la importancia de la aglomeración local de empresas y establecimientos en la promoción de iniciativas subnacionales para *clusters* regionales de actividades de innovación dentro del país. Además, especifica los sectores en los que es posible acelerar el proceso de innovación mediante la aplicación de políticas que promuevan las actividades creativas de innovación.

Es pertinente analizar esta cuestión, pues si bien el gobierno federal no ha elaborado una política de desarrollo regional que promueva la innovación en sí, se han hecho esfuerzos significativos desde el decenio de los noventa por medio de una serie de programas e iniciativas mayormente patrocinadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Tales esfuerzos han intentado fomentar el avance de la ciencia y la tecnología en

el sector público mediante el apoyo a la investigación y el desarrollo (ID) del sector privado, la colaboración entre organizaciones públicas y privadas, y la disponibilidad de recursos humanos para la investigación y el desarrollo de tecnología (Lewis, 2006).

A pesar del cuestionable estado de la seguridad pública en México y el efecto que la recesión económica de los Estados Unidos ha tenido en el país en años recientes, México ha tenido éxito en el fomento a su desempeño económico, al tiempo que ha demostrado innovaciones en sus sectores agrícola, aeronáutico, automotriz y energético (Salazar, 2012). En el mismo sentido, un puñado de estados han hecho esfuerzos por comenzar a estimular iniciativas de aglomeración y estudios de mapeo de *clusters* (OCDE, 2009a, p. 72; Villarreal *et al.*, 2012).

Otros estudios abordan el análisis de la innovación mediante lo que se conoce como un “sistema de innovación”, que en suma representa el grado en que los flujos de tecnología e información entre personas, empresas e instituciones son clave para el proceso de innovación. La innovación y el desarrollo de tecnología son resultado de un complejo conjunto de relaciones entre los actores del sistema, entre los que se cuentan las empresas, las universidades y los institutos de investigación del gobierno (OCDE, 1997). Para el caso de México, los estudios de Dutrénit *et al.* (2010), Guerra (2005) y Solleiro y Castañón (2004) aportan un excelente debate de la evolución de las políticas de innovación, así como del desarrollo del sistema de innovación dentro del país.<sup>1</sup>

No obstante, la investigación empírica acerca de la dimensión espacial de la innovación es muy limitada en México, debido principalmente a la falta de datos subnacionales. De entre los pocos trabajos acerca del tema, Rozaga (2002) y Ruiz (2008) presentan una introducción a los conceptos y la disponibilidad de datos que pueden aplicarse al análisis regional de las tecnologías de innovación. Subrayan la necesidad de generar estudios en el contexto de la “geografía de la innovación” y señalan factores tales como la creación del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt, así como el desarrollo de un sistema para proteger la propiedad intelectual que ha contribuido al desarrollo de actividades de innovación. Sin embargo, en el mejor de los casos, estos datos están disponibles por estado, lo cual limita los

<sup>1</sup> Dado que el alcance de esta investigación tiene un enfoque más empírico, y con la finalidad de limitar la extensión del presente artículo, restringimos el análisis del sistema de innovación, pero invitamos al lector a que consulte la referencia respectiva.

estudios empíricos, sobre todo si el interés es explorar al detalle el contexto geográfico de estas industrias.

En un contexto internacional, debido a la falta de disponibilidad de datos, es difícil comparar cuantitativamente los estados y las regiones de México con otras regiones de la OCDE en términos de innovación regional (OCDE, 2009a). Idealmente, uno podría estar interesado en analizar las tendencias y las pautas de la formación de *clusters* espaciales para distintas épocas, quizá mediante un análisis de los efectos antes y después del TLCAN; sin embargo, la falta de información supone una limitación en el análisis. Por ejemplo, los datos que se tomaron en cuenta para el presente estudio, tomados del DENU, se publicaron por primera vez en 2010.

A pesar de esto, presentamos un panorama de las actividades de innovación dentro del país con base en la información disponible. Al trazar un mapa de los *clusters* espaciales, vamos más allá del análisis de coeficientes de localización, lo que nos permite dar una noción de dónde y en qué zonas dentro de los estados se podrían obtener beneficios derivados de la concentración de recursos en un sector de innovación o actividad económica específica.

El uso de estadísticas espaciales permite la visualización y exploración de datos espaciales. Las técnicas implicadas sirven para explorar y demostrar la presencia de observaciones de dependencia en el espacio (Bivand, 1998). Específicamente, al aplicar las estadísticas espaciales globales y locales, identificamos, cuantificamos y localizamos *clusters* espaciales de empresas. Pretendemos dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación: ¿qué pautas de aglomeración espacial exhiben las empresas en el sector de la innovación?; ¿en dónde se ubican *clusters* espaciales y qué tanto difiere su distribución espacial según el tamaño de las empresas?, y, por último, ¿cuál es la composición del empleo de estos *clusters* espaciales? y ¿cuáles son los sectores de la innovación específicos en donde se deben aplicar políticas industriales para promover la innovación y fomentar el crecimiento económico?

Por ende, la contribución del presente estudio es doble. Primero, el uso de datos georreferenciados por empresa y de disponibilidad reciente permite un análisis en el que se consideran distintas divisiones administrativas subnacionales, así como la elaboración de pautas geográficas pormenorizadas de los industriales. Segundo, en busca de aglomeraciones estadísticamente significativas y dada la riqueza de los datos, proponemos el empleo

de distintas técnicas de estadística espacial que abordan el espacio discreto y continuo. No solamente aportamos un análisis detallado de las pautas de ubicación de estos, sino también una perspectiva acerca de su composición del empleo, para definir así los sectores de innovación centrales. Por último, presentamos una serie de mapas que describen la existencia de zonas que presentan una fuerte dinámica de actividades de innovación en el territorio mexicano.

El artículo está organizado como sigue: los datos y la metodología empleados en el análisis empírico se describen en la sección I y la II presenta los hallazgos derivados del análisis empírico. Dado que la meta es identificar pautas de aglomeración de empresas en el sector de la innovación, la sección II también contiene una serie de mapas y cuadros que describen los resultados obtenidos a partir de los distintos métodos aplicados. Por último, se analizan las consecuencias de políticas que son inherentes a los hallazgos y establece lineamientos para investigaciones futuras.

## I. DATOS Y METODOLOGÍA

Esta investigación combina dos fuentes de información. Primero, se emplean datos georreferenciados por empresa tomados del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas de 2010 (DENUE). Esta base de datos consta de más de 4 millones de unidades económicas (o empresas) ubicadas en el territorio mexicano, recopilados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La recopilación de la información se basa en los Censos Económicos de 2009.

Dicha información se basa en las unidades económicas correspondientes a la manufactura, ubicadas en localidades con 2500 habitantes o más, así como en corredores, ciudades y parques industriales ubicados en localidades con menos de 2500 habitantes. También incluye unidades en los sectores de minería, electricidad, agua y gas, construcción, transporte y almacenamiento, y servicios financieros y de seguros, ubicadas a lo largo y ancho del país.

Los datos incluyen las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de cada unidad económica. Cada observación incluye un identificador del estado, el municipio y el área geoestadística básica (AGEB); esta última sirve para diferenciar las localidades rurales de las urbanas. Además de otros atributos, es posible obtener el número de empleados con base en el siguiente estrato: 0-5, 6-10, 11-30, 31-50, 51-100, 101-250 y 251 en adelante. Por úl-

timo, también se incluye información acerca del tipo de actividad económica concerniente a las unidades, con base en la edición 2007 del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).

Para identificar las unidades económicas del sector de la innovación, este estudio emplea la definición presentada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que distingue grupos de industrias tales como electrónica, informática, farmacéutica, aeronáutica, instrumentos científicos y de precisión, equipo eléctrico, fabricación de vehículos, maquinaria y equipo mecánico, y materiales químicos (Oyarzábal, Sanz y Vázquez, 2010). La lista completa de códigos del SCIAN incluidos en el análisis se muestra en el cuadro A1 del apéndice. Por consiguiente, el conjunto de datos final considerado en el análisis consta de 65800 empresas.

La segunda fuente de datos comprende los Censos Económicos de 2009 (INEGI). De aquí se recaba información acerca de todas las actividades económicas del país mediante las características de las empresas y los establecimientos. Tanto el DENUE como los Censos Económicos emplean el SCIAN (2007) para clasificar las actividades económicas. En esencia, y para fines de la presente investigación, ambas fuentes se complementan entre sí en el sentido de que para la primera están disponibles las características de cada empresa, y para la segunda, están disponibles datos municipales de la composición del empleo, el valor agregado total, los salarios totales y otras características.<sup>2</sup> Por ende, el análisis empírico que se presenta a continuación considera primero la identificación de *clusters* espaciales mediante la base de datos del DENUE, y posteriormente se analiza la composición del empleo de cada *cluster* con base en el Censo Económico.

### 1. *Análisis exploratorio espacial en un espacio continuo y discreto*

Dada la riqueza de los datos en términos de la ubicación precisa de las unidades económicas y la cobertura por medio del área geográfica por considerar, el uso de técnicas de estadística espacial demuestra ser adecuado para el presente estudio. En este punto es conveniente distinguir entre el espacio discreto y el continuo, así como las técnicas estadísticas adecuadas para ambos casos. El espacio discreto requiere el uso de unidades espacia-

<sup>2</sup> Aproximadamente 96% de las empresas incluidas en los Censos de 2009 se incluyen en el DENUE (INEGI, 2009).

les previamente delimitadas, que por lo común son unidades administrativas (por ejemplo entidades federativas, municipios o AGEBS), mientras que esto no es un requisito para el caso de espacio continuo (Feser y Sweeney, 2002).

En el marco de un espacio discreto, también pueden diferenciarse las estadísticas globales de las locales. Si bien los indicadores globales, como Moran's I o Geary's C, aportan información acerca de las tendencias generales de la aglomeración, no proporcionan datos de la ubicación de los *clusters*. A su vez, los indicadores locales permiten la identificación y visualización de pautas de asociación locales (puntos calientes) y dejan margen para las inestabilidades locales en la asociación espacial general (Anselin, 1995). De entre estos indicadores, el estadístico  $G_i^*$  de Getis-Ord y el indicador local de asociación espacial (ILAE) son los que se emplean más comúnmente en estudios empíricos.

En el contexto de un espacio continuo también existen técnicas espaciales de puntos calientes que sirven para estimar las pautas de aglomeración. Métodos tales como las técnicas difusas (*fuzzy*, por su significado en inglés), la aglomeración jerárquica o el vecino más cercano (índice del vecino más cercano o IVMC) y la densidad del núcleo (*kernel density*) tienen distintos usos y soluciones que podrían aplicarse debidamente para fines de investigación (Boix *et al.*, 2011).

Así pues, el análisis empírico considera técnicas de estadística espacial locales en el contexto de un espacio discreto y continuo, a fin de aportar resultados más robustos en la identificación de *clusters* geográficos en México. Por último, empleamos los paquetes computacionales ArcGIS<sup>3</sup> y CrimeStat.<sup>4</sup> El primero se emplea en la detección de *clusters* espaciales en un contexto discreto, mientras que el segundo los detecta en un espacio continuo.

La primera medida para la identificación de puntos calientes toma en cuenta el estadístico de Getis-Ord. Definido formalmente, este estadístico mide el grado de asociación que resulta de la concentración de puntos ponderados (o un área representada por un punto ponderado) y todos los demás puntos ponderados incluidos en un radio respecto al punto ponderado

<sup>3</sup> <http://www.esri.com/software/arcgis>.

<sup>4</sup> Si bien se ha empleado primordialmente en el ámbito de la criminología para la detección de puntos calientes de incidencia de distintos tipos de crímenes, también se han hallado aplicaciones en economía, demografía y salud pública en varias publicaciones del tema (Boix *et al.*, 2011; Buliung y Morency, 2010; Janelle y Goodchild, 2011 y Lohan, 2012). (Véase más información en la página: <http://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/>).

original (Getis y Ord, 1992, p. 190). En su representación local, nos permite detectar puntos calientes (*clusters* de valores altos) o puntos fríos (*clusters* de valores bajos). El estadístico se define de la siguiente manera:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d)x_j - X \sum_{j=1}^n w_{i,j}(d)}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2(d) - \left(\sum_{j=1}^n w_{i,j}(d)\right)^2}{n-1}}}$$

en el que  $w_{ij}(d)$  es la ponderación espacial entre los elementos  $i$  y  $j$ ,  $n$  representa el número total de elementos, y  $x_j$  el valor del atributo  $j$ ,  $\bar{X} = \sum_{j=1}^n x_j/n$ , y  $s$  se denota como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

Un  $G_i^*$  positivo y significativo indica que la ubicación  $i$  está rodeada de valores relativamente altos, mientras que ocurre lo opuesto cuando  $G_i^*$  es significativo y negativo; esto es, la ubicación de  $i$  está rodeada de valores relativamente bajos. Nótese que al trabajar en un espacio discreto, los puntos calientes están delimitados por los municipios que concentran un mayor número de empresas en el sector de la innovación. Sin embargo, tal vez no sea adecuado suponer que abarcan toda la extensión de cada municipio o podría haber casos en los que estos puntos calientes compartan porciones de los municipios, por lo que es necesario considerar la geografía como continua.

Asimismo, cuando hay datos disponibles, también resulta más aleccionador entender la significancia estadística de estas pautas espaciales en un espacio continuo, es decir, sin la limitación que supone agregar las observaciones que sería en este caso por municipio. Con esta finalidad, consideramos dos indicadores estadísticos espaciales: el índice del vecino más cercano (IVMC) y la aglomeración jerárquico-espacial de vecinos (AJEV).

El cálculo del índice del vecino más cercano nos permite definir si una pauta observada de puntos se desvía de lo que sería su distribución aleatoria dentro del espacio sujeto a estudio (Ebdon, 1987; Meyer, 2006). En pocas palabras, mide la distancia entre un punto de datos y el siguiente punto de datos más cercano. Posteriormente, este valor se compara con el valor de la distancia esperada si la distribución fuera completamente aleatoria.

La distancia media aleatoria (o la distancia obtenida teóricamente de una distribución aleatoria de las observaciones) es igual a  $1/(2\sqrt{p})$ , en que  $p$  es el número de puntos dividido entre el área especificada. Si la distancia observada es igual a la distancia de la distribución aleatoria, entonces el IVMC arroja un valor de 1.0, lo que denota un signo completo de aleatoriedad, mientras que un valor menor a la unidad ( $<1$ ) es prueba de aglomeración espacial. La significación se calcula mediante una prueba normal estándar, al considerar la media de la distancia del vecino más cercano menos la media de la distancia aleatoria, dividida entre el error estándar (Ebdon, 1987).

La especificación del IVMC supone la selección del orden, así como la posibilidad de “correcciones de borde”. En relación con el primero, el vecino más cercano es un indicador de primer orden de aleatoriedad espacial, lo que significa que se calcula con base en el primer vecino más cercano. En cuanto al segundo, la rutina considera el campo real del estudio, ya sea mediante el cálculo de los puntos máximos de  $X$  y  $Y$  (longitud y latitud) o mediante el cálculo de un campo rectangular proporcional. Si la distancia observada de un punto hasta el borde es menor que la distancia hasta el vecino más cercano, entonces la distancia del borde se toma como la distancia al vecino más cercano ajustada (Levine, 2002).<sup>5</sup> Cabe señalar que al aplicar las “correcciones de borde” en los cálculos del IVMC para el presente análisis se obtienen diferencias mínimas.

Si bien el análisis del vecino más cercano es útil para entender las pautas de aglomeración significativas entre las observaciones, éste podría no ser el caso al momento de explorar su ubicación exacta. Por consiguiente, se emplea la aglomeración jerárquico-espacial de vecinos como una tercera técnica. Este estadístico agrupa las ubicaciones de las observaciones en *clusters* de vecinos más cercanos que contienen un número mínimo de ubicaciones de puntos. En un principio, los primeros órdenes se distinguen con base en el número mínimo de casos predeterminados, siendo este último número especificado por el usuario. Este proceso continúa hasta que ya no es posible generar más *clusters*, y se traza una serie de elipses alrededor de los *clusters*. Los *clusters* jerárquicos de segundo orden se definen a partir de los centros de *clusters* (convertidos en puntos) obtenidos en el primer paso, y el proceso

<sup>5</sup> Es importante considerar estos “efectos de borde” cuando algunos hechos se ubican más cerca del borde de la región de estudio que de sus vecinos más cercanos. Por tanto, si la región pudiera ampliarse, el vecino más cercano podría ubicarse fuera de la región y esta distancia al vecino más cercano, debido a los puntos cerca del borde tiende a sobrestimarse.

continúa hasta la formación de *clusters* significativos subsiguientes, en los que solo se incluyen los *clusters* que se aproximan más a lo esperado en condiciones de aleatoriedad.

Cada *cluster* puede ilustrarse gráficamente como elipses de desviación estándar. En general, los *clusters* de primer orden identificados pueden ser indicadores de puntos calientes, y los de segundo orden en adelante podrían denotar zonas de aglomeración regional (Levine, 2002; Meyer, 2006).

## II. RESULTADOS

### 1. Identificación de clusters espaciales

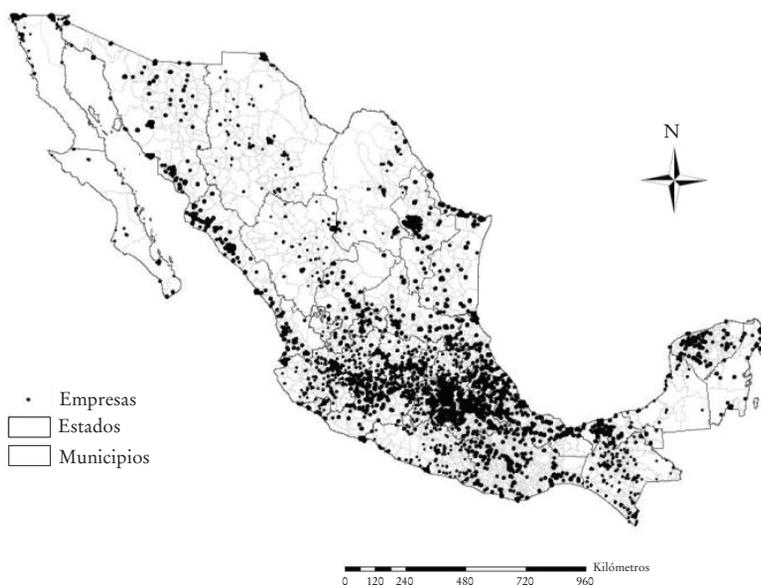
En esta sección aportamos pruebas de la identificación de *clusters* espaciales en el sector de la innovación en el contexto de un espacio continuo y discreto. Para este fin, primero clasificamos las empresas por tamaño, con base en el número total de empleados. La clasificación se divide en microempresas, de entre 1 y 10 empleados; empresas pequeñas, de entre 11 y 50 empleados; empresas medianas, de entre 51 y 250 empleados, y empresas grandes, de 251 empleados en adelante. Como se muestra en el cuadro 1, las microempresas representan aproximadamente el 86% del total, las empresas pequeñas y medianas representan cerca del 10 y el 3%, respectivamente, y las empresas grandes representan aproximadamente el 1% del total de las observaciones incluidas en el análisis. El mapa 1 presenta una panorámica de la distribución de todas las empresas incluidas en el análisis.

CUADRO 1. Descripción de los datos de empresas en el sector de la innovación por tamaño

	Número de empresas	Porcentaje
Micro (0-10 empleados)	55 504	86.20
Pequeña (11-50 empleados)	6 728	10.40
Mediana (51-250 empleados)	2 251	2.50
Grande (251 empleados en adelante)	1 317	0.86
<i>Total</i>	65 800	100

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

Como se expuso líneas arriba, el estadístico  $G_i^*$  de Getis-Ord es un estadístico espacial que aborda el espacio discreto. Los resultados de este estadístico se estandarizan mediante los valores  $Z$ , que permiten la obtención de niveles de significación del estadístico. En este análisis, se toma en cuenta la

MAPA 1. *Empresas en el sector de la innovación*

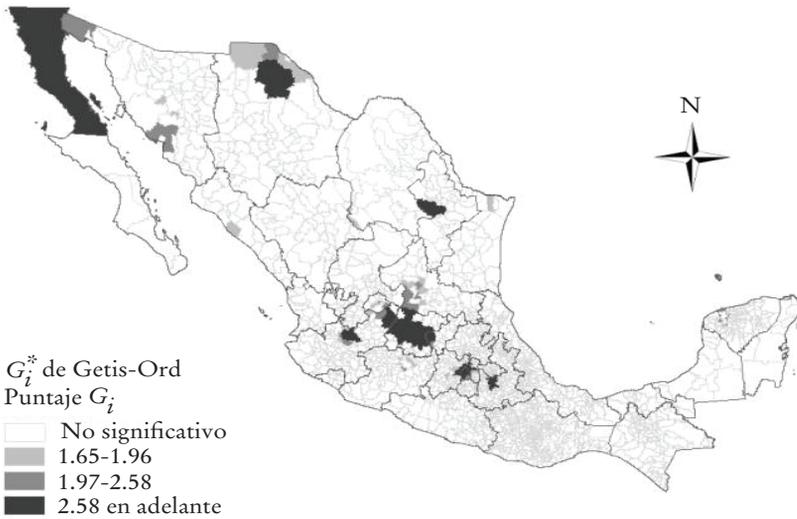
FUENTE: Elaboración propia de los autores.

aglomeración con valores positivos y significativos (valores  $Z$ ) y se presentan en el mapa 2.

En el mapa 2 se aprecia la fuerte atracción de las industrias de innovación hacia los grandes centros urbanos de México. Esto representa los resultados de nuestras políticas industriales y sectoriales aplicadas en los pasados 20 años desde el comienzo del TLCAN que da una fuerte orientación e incentivos para aumentar la competitividad del sector manufacturero por medio de la especialización, las economías de escala y los procesos de innovación, y que a su vez se concentraban principalmente en el centro y el norte de México.

El cuadro 2 presenta los resultados del análisis del vecino más cercano para las industrias de innovación por tamaño de empresa para un vecino de primer orden y sin ajustes de borde. En total, se hallaron 257 *clusters* significativos de primer orden, en que el número más alto corresponde a las microempresas, con 214 *clusters*. Por otro lado, se contaron 25 *clusters* de empresas pequeñas y 11 *clusters* de empresas medianas en todo el país. Estos hallazgos también sugieren que las empresas grandes forman aproximadamente siete *clusters*.

MAPA 2. *Puntos calientes significativos de clusters de innovación en municipios de México*



FUENTE: Elaboración propia de los autores.

CUADRO 2. *Resultados del análisis del vecino más cercano por tamaño de empresa*

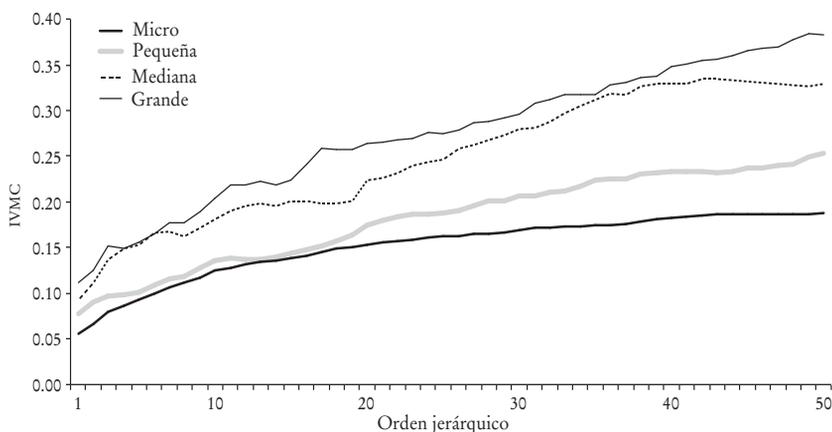
		NNHC de primer orden				
Clusters espaciales		Media de la distancia al vecino más cercano (km)	Distancia respecto del vecino (km)	Media de la distancia aleatoria (km)	Media de la distancia dispersa (km)	IVMC
Micro	214	0.2911	1.969	5.231	11.244	0.0556*
Pequeña	25	1.154	6.517	14.903	32.029	0.0775*
Mediana	11	2.394	12.056	25.729	55.294	0.0931*
Grande	7	3.274	18.295	33.634	72.281	0.111*
Total	257					

FUENTE: Cálculos de los autores.

\* Significativo a nivel de 0.01.

En general, las cuatro categorías de tamaño muestran valores de IVMC significativos, en los que las empresas grandes muestran pautas de aglomeración mayor, mientras que las microempresas son las menos aglomeradas. Esto parece corroborarse en la gráfica 1, que muestra los valores de IVMC desde el primero hasta el quincuagésimo orden. Para el caso de micro y pequeñas empresas, estas últimas tienden a mostrar un IVMC mayor hasta el

GRÁFICA 1. Índice del vecino más cercano para empresas del sector de la innovación, por tamaño



FUENTE: Elaboración propia de los autores.

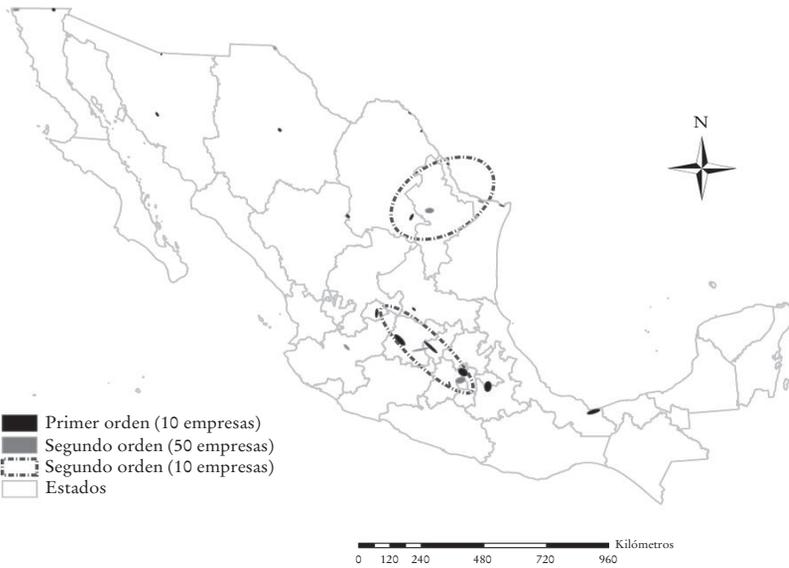
quinto orden, a partir de ese punto las pautas parecen ser las mismas hasta llegar al orden jerárquico 20, punto en el cual el IVME tiende a divergir entre las empresas de estos grupos. En cuanto a las empresas medianas y grandes, ambos grupos siguen la tendencia de aglomeración a menor orden jerárquico; sin embargo, se perciben diferencias importantes a partir del orden jerárquico ocho. En general, estos resultados corroboran diferencias en el grado de aglomeración espacial por tamaño de empresa.

El siguiente paso es identificar la ubicación geográfica de estos *clusters*. A fin de mantener al mínimo la extensión del presente estudio, analizamos los hallazgos para las empresas grandes, ya que éstas cuentan con mayores capacidades para invertir en actividades de innovación, en particular en investigación y desarrollo (ID) (Acs y Audretsch, 1990; Cohen y Klepper, 1996).

Una comparación de las elipses de primer y segundo orden aporta información significativa acerca de la ubicación específica de los *clusters*. El mapa 3 muestra las elipses respectivas para una desviación estándar —desde el centro del *cluster*— correspondiente a la elipse de primer orden (conformada por 10 y 50 empresas, respectivamente) y la consecuente elipse de segundo orden para empresas grandes, que resultan de la AJEV de primer orden de 10 empresas.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Como se explicó líneas arriba, el algoritmo corre con base en el número de observaciones que especifica el usuario y el valor base es de 10 observaciones. En un análisis que no se muestra aquí, pusimos a prueba distintos grupos de observaciones: 10, 25, 50 y 100. Los resultados sugieren diferencias

MAPA 3. AJEV de primer y segundo orden para empresas grandes en el sector de la innovación



FUENTE: Elaboración propia de los autores.

En el caso de las grandes empresas de innovación, el mapa muestra siete elipses derivadas de la aglomeración jerárquica de primer orden, y dos derivadas de la aglomeración de segundo orden. Las de primer orden se ubican en zonas metropolitanas del Distrito Federal y el Estado de México, Guadalajara y Monterrey, así como los municipios de Ciudad Juárez y Tijuana en los estados de Chihuahua y Baja California, respectivamente. Los estados de Querétaro y Guanajuato también parecen agrupar municipios en *clusters* espaciales de actividades de innovación. El cuadro 3 proporciona una descripción pormenorizada de los municipios que conforman cada *cluster*. Las zonas de aglomeración regional se hacen patentes a partir de las dos elipses de segundo orden (especificadas a partir del primer orden de 10 empresas): una abarca el Distrito Federal y el Estado de México, y parte de los estados de Hidalgo, Morelos, Querétaro, Aguascalientes, Guanajuato y Jalisco, y la segunda abarca parte de los estados de Nuevo León y Coahuila y parte de Tamaulipas.

no significativas entre los primeros dos grupos, mientras que considerar el último implica una pérdida grande de información, sobre todo para las empresas mayores.

CUADRO 3. Clusters *espaciales de empresas grandes en el sector de la innovación*

<i>Cluster</i>	<i>Municipios</i>	<i>Número de empresas</i>
1	<i>Ciudad de México-Estado de México:</i> Huixquilucan, Ecatepec de Morelos, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Benito Juárez, Tlalpan, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Iztapalapa, Iztacalco, Gustavo A. Madero, Cuajimalpa de Morelos, Coyoacán, Azcapotzalco, Tlalnepantla de Baz	193
2	<i>Ciudad Juárez</i>	118
3	<i>Monterrey:</i> Escobedo, San Pedro, Juárez, Monterrey, Apodaca, San Nicolás, Guadalupe, Santa Catarina, Pesquería	105
4	<i>Tijuana</i>	72
5	<i>Jalisco:</i> Zapopan, Guadalajara, Tlaquepaque, El Salto	62
6	<i>Querétaro-Guanajuato:</i> Querétaro, Apaseo el Grande, Celaya, Villagrán	60
7	Reynosa	52

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

De acuerdo con estos resultados confirmamos los hallazgos de distintos estudios que tratan de la concentración de industrias de innovación en torno de regiones metropolitanas. Los factores que explican la aglomeración de industrias de innovación corresponden no solamente a las economías de escala, la productividad, los costos de transporte y la acumulación de capital, sino también a la posibilidad de efectos de derrame (Duranton, 2007; Varga, 2008; Gallié y Legros, 2008). Es decir, por medio de la comunicación y la transferencia de tecnología del conocimiento, así como de las prácticas de una fuerza laboral muy calificada y creativa, es posible interactuar y crear un ecosistema en el que la creación sea la base de la producción de alta tecnología. Dentro de este proceso, las ciudades fungen como “incubadoras” de actividades creativas e innovadoras, lo cual atrae talentos y promueve las capacidades creativas (Jacobs, 1961; Thompson, 1965; Lucas 1988; Lee, Florida y Acs, 2004).

## 2. *Análisis de la composición del empleo de los clusters espaciales*

Nuestro último conjunto de hallazgos consiste en el análisis de la composición del empleo de cada uno de los siete *clusters* de empresas grandes que

se identificaron anteriormente. Se agruparon los municipios que conforman cada *cluster* y, como se dijo líneas arriba, los datos se tomaron del Censo Económico de 2009.

En el cuadro 4 se presentan, para cada *cluster*, las cinco industrias principales en cuanto a número de empleados como porcentaje del empleo total. La clasificación industrial se basa en los códigos de cuatro dígitos del SCIAN. Los resultados señalan que la manufactura de autopartes da cuenta de la mayor proporción del empleo total en tres de los siete *clusters*: Ciudad Juárez, Monterrey, Guanajuato-Querétaro. El *cluster* espacial ubicado en Ciudad de México-Estado de México muestra una mayor proporción de empleo en la industria de la manufactura de farmacéuticos y medicinas. En el caso de los tres *clusters* restantes, ubicados en Tijuana, Jalisco y Reynosa, la mayor proporción de empleo se presenta en las siguientes industrias: manufactura de equipos de audio y video, semiconductores y otros componentes electrónicos, y manufactura de equipos de comunicación, respectivamente.

Asimismo, cabe destacar que la mayor parte de la actividad predominante en el sector de la innovación corresponde a la manufactura, y dentro de ésta hay sectores específicos que exhiben actividades de manufactura avanzada. Específicamente, estos últimos incluyen capacidades en diversos sectores, como la industria automotriz y la electrónica. La importancia de estudiar su ubicación y distribución espacial abre nuevas avenidas para explorar aún más el desarrollo de proveedores y su integración en la cadena de valor en general.

#### CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLÍTICAS

El presente artículo emplea datos georreferenciados por empresa, así como datos tomados del Censo Económico 2009, para estudiar la distribución geográfica y sectorial de las industrias de la innovación en México. Por medio de la aplicación de técnicas de estadística espacial, ha sido posible explorar las condiciones actuales de este sector en términos de ubicación y concentración geográfica.

Los hallazgos revelan distintas pautas de aglomeración según el tamaño de las empresas. Si bien, en general, estas actividades se concentran en zonas metropolitanas o urbanas, al analizar su distribución según el tamaño de las empresas surgen diferencias. Por ejemplo, mientras que las empresas micro, pequeñas y medianas presentan una dispersión relativamente mayor

CUADRO 4. *Composición del empleo de clusters espaciales en el sector de la innovación*

<i>Cluster</i>	<i>Código de 4 dígitos del SICIAN</i>	<i>Descripción</i>	<i>Número de personas empleadas</i>	<i>Porcentaje</i>
1. Ciudad de México-Estado de México	3254	Manufactura de farmacéuticos y medicinas	39 338	19.61
	5171	Proveedores de servicios de telecomunicación alámbrica	23 950	12.24
	2211	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	21 595	11.04
	5511	Administración de compañías y empresas	18 887	9.65
	5172	Proveedores de servicios de telecomunicación alámbrica (excepto satelital)	17 191	8.79
		Otro	120 961	38.68
2. Ciudad Juárez	3363	Manufactura de autopartes	73 603	45.38
	3344	Semiconductores y otros componentes electrónicos	19 252	11.87
	3341	Manufactura de computadoras y equipo periféricos	15 181	9.36
	3342	Manufactura de equipos de comunicación	13 188	8.13
	3353	Manufactura de equipo eléctrico	10 465	6.45
		Otro	131 689	18.80
3. Monterrey	3363	Manufactura de autopartes	23 919	26.48
	3353	Manufactura de equipo eléctrico	10 758	11.91
	2211	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	7 904	8.75
	3359	Manufactura de otros equipos y componentes eléctricos	7 708	8.53
	3342	Manufactura de equipos de comunicación	5 934	6.57
		Otro	56 223	37.77

4. Tijuana	3343	Manufactura de equipos de audio y video	20 574	28.82
	3344	Semiconductores y otros componentes electrónicos	14 793	20.72
	3342	Manufactura de equipos de comunicación	6 317	8.85
	3329	Manufactura de otros productos de metal fabricado	5 348	7.49
	3353	Manufactura de equipo eléctrico	5 054	7.08
	Otro	52 086	27.03	
5. Jalisco	3344	Semiconductores y otros componentes electrónicos	17 074	22.60
	3341	Manufactura de computadoras y equipo periféricos	15 908	21.06
	3254	Manufactura de farmacéuticos y medicinas	12 132	16.06
	2211	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	6 054	8.01
	5171	Proveedores de servicios de telecomunicación alámbrica	5 069	6.71
	Otro	56 237	25.56	
6. Guanajuato-Querétaro	3363	Manufactura de autopartes	17 127	56.44
	3362	Manufactura de carrocerías y tráileres	1 716	5.66
	5416	Administración, ciencia y tecnología	1 483	4.89
	5415	Diseño de sistemas computacionales y conexos	1 164	3.84
	3252	Resinas, goma sintética y artificial, fibras sintéticas y filamentos	1 119	3.69
	Otro	22 609	25.49	
7. Reynosa	3342	Manufactura de equipos de comunicación	13 508	17.58
	3363	Manufactura de autopartes	12 673	16.50
	3341	Manufactura de computadoras y equipo periféricos	10 383	13.51
	3344	Semiconductores y otros componentes electrónicos	8 712	11.34
	3343	Manufactura de equipos de audio y video	8 228	10.71
	Otro	53 504	30.36	

FUENTE: Cálculos de los autores con datos tomados de los Censos Económicos de 2009.

entre estados y dentro de ellos, se hallaron siete polos de concentración de empresas grandes. Estos incluyen el Distrito Federal y el Estado de México, Guadalajara, Monterrey, Chihuahua y Baja California, Guanajuato y Querétaro.

Los resultados que aquí se describen son pertinentes en la formulación de estrategias de políticas encaminadas para promover este tipo de actividades. Se ha evidenciado en la bibliografía de la materia que las regiones que tienen un desempeño económico superior y una mayor aglomeración de actividades económicas son las que mantienen un mejor equilibrio entre la infraestructura científica y tecnológica encaminados a actividades de innovación (Porter, 2000; Delgado, Porter y Stern, 2010). Para que un sistema de innovación funcione adecuada y óptimamente, se requiere que varios elementos operen de manera simultánea. Estos incluyen la capacidad de las políticas regionales destinadas a promover las actividades de innovación de las empresas y aumentar la proporción de empleados con formación universitaria, la interacción entre estos elementos en el proceso productivo y la existencia de una sólida infraestructura científica y tecnológica.

La innovación no debe verse como un tema exclusivamente nacional, ya que al aumentar la capacidad de innovación de un país también se asegura que las empresas (ubicadas en distintas regiones) sean capaces de beneficiarse al máximo de la integración económica internacional, ya sea al aumentar su capacidad de absorción para adaptarse a nuevas tecnologías o al aumentar su capacidad de competir globalmente por medio de la introducción de nuevos productos, procesos y esquemas organizacionales (OCDE, 2009b).

La formulación de políticas industriales debería enfocarse en las zonas metropolitanas, para así crear infraestructura que atraiga talento humano y refuerce los sectores de la innovación existentes en dichas zonas. Estos sectores medulares identificados, por ejemplo, en la manufactura de autopartes, la industria de la manufactura de farmacéuticos y medicinas, y la manufactura de equipos de audio y video, deberían guiar políticas específicas que estimulen los sistemas de innovación regionales en torno de empresas clave que no pertenecen a los sectores medulares (Nelson y Winter, 1982; Nelson, 1993; Freeman, 1974; Cooke *et al.*, 1997; Malerba, 2002).

También debería hacerse hincapié en la manufactura avanzada. Debido a su fuerte interrelación con otros sectores económicos (primarios y terciarios), la manufactura avanzada implica la demanda tanto de materias primas como de componentes intermedios, tales como servicios financieros, trans-

porte, software y muchos otros servicios dentro de una economía nacional (Sandoval *et al.*, 2011).

No obstante, el presente artículo debe considerarse un punto de partida para investigaciones posteriores. Deben darse otros pasos para ir más allá de un mero análisis descriptivo y comenzar a explorar el efecto asociado con la concentración del capital humano y el grado hasta el que la concentración de actividades de innovación deriva en aumentos de la productividad local.

## APÉNDICE

CUADRO A1. *Códigos para el establecimiento del sector de la innovación, SCIAN (2007)*

<i>Código de 4 dígitos del SCIAN</i>	<i>Descripción</i>
2111	Extracción de gas y petróleo
2211	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
3241	Manufactura de productos de carbón y petróleo
3251	Manufactura de químicos básicos
3252	Manufactura de resinas, goma sintética y artificial, fibras sintéticas y filamentos
3253	Manufactura de pesticidas, fertilizantes y otros químicos para la agricultura
3254	Manufactura de farmacéuticos y medicinas
3255	Manufactura de pinturas, revestimientos y adhesivos
3259	Manufactura de otras preparaciones y productos químicos
3324	Manufactura de calderas, tanques y contenedores para embarques
3329	Manufactura de otros productos de metal fabricado
3331	Manufactura de maquinaria agrícola, para la construcción y minería
3332	Manufactura de maquinaria industrial
3333	Manufactura de maquinaria comercial y para la industria de servicios
3335	Manufactura de maquinaria para trabajo con metales
3336	Manufactura de equipos para motores, turbinas y transmisión
3339	Manufactura de maquinaria con otros fines generales
3341	Manufactura de computadoras y equipo periférico
3342	Manufactura de equipos de comunicación
3343	Manufactura de equipos de audio y video
3344	Manufactura de semiconductores y otros componentes electrónicos
3345	Manufactura de instrumentos náuticos, de medidas, electromédicos y control
3346	Manufactura y reproducción de medios ópticos y magnéticos
3353	Manufactura de equipos eléctricos
3359	Fabricación de otro tipo de equipo y componentes eléctricos
3361	Manufactura de vehículos motores
3362	Fabricación de carrocerías y tráileres
3363	Fabricación de autopartes
3364	Manufactura de productos y partes aeroespaciales
3369	Manufactura de otros equipos de transporte
4861	Transporte de petróleo crudo en ductos
4862	Transporte de gas natural en ductos
4869	Otros tipos de transporte en ductos
5171	Proveedores de servicios de telecomunicación alámbrica
5172	Proveedores de servicios de telecomunicación inalámbrica (excepto satelital)
5174	Telecomunicaciones satelitales
5179	Otros tipos de telecomunicaciones
5182	Servicios de procesamiento de datos, hospedaje y servicios relacionados
5413	Servicios arquitectónicos, de ingeniería y servicios relacionados
5415	Servicios de diseños de sistemas de computadoras y servicios relacionados
5416	Servicios de asesoría administrativa, científica y tecnológica
5417	Servicios de investigación y desarrollo científico
5511	Administración de compañías y empresas
5612	Servicios de apoyo a las instalaciones
8112	Reparación y mantenimiento de equipos electrónicos y de precisión

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acs, Z., y D. Audrestch (1990), *Innovation and Small Firms*, Cambridge, MIT Press.
- Anselin, L. (1995), "Local Indicators of Spatial Association-LISA", *Geographical Analysis*, 27, 2, pp. 93-115.
- Anselin, L., A. Varga y Z. Acs (1997), "Local Geographic Spillover between University Research and High Technology Innovations", *Journal of Urban Economics*, 42, 3, pp. 422-448.
- Antonietti, R., y G. Cainelli (2011), "The Role of Spatial Agglomeration in a Structural Model of Innovation, Productivity and Export: a Firm-Level Analysis", *The Annals of Regional Science*, 46, 3, pp. 577-600.
- Belussi, F. (2006), "In Search of a Useful Theory of Spatial Clustering, Agglomeration versus Active Clustering", B. Asheim, P. Cooke, y M. Ron (comps.), *Clusters and Regional Development: Critical reflections and explorations*, Routledge, Taylor and Francis Group.
- Bivand, R. (1998), *A Review of Spatial Statistical Techniques for Location Studies*, Bergen, Noruega, Escuela Noruega de Economía y Administración de Empresas.
- Boix, R., L. Lazzeretti, J. Hervás y B. de Miguel (2011), "Creative Clusters in Europe: A Micro Data Approach", artículo de trabajo presentado ante el congreso de la Ersa, ersa119471, Asociación Europea de Ciencia Regional.
- Broekel, T., y T. Brenner (2011), "Regional Factors and Innovativeness: An Empirical Analysis of Four German Industries", *The Annals of Regional Science*, 47, 1, pp. 169-194.
- Buliung, R., y C. Morency (2010), "Seeing Is Believing: Exploring Opportunities for the Visualization of Activity-Travel and Land Use Process in Space-Time", *Advances in Spatial Science*, Berlín/Heidelberg, Springer.
- Cohen, W., y S. Klepper (1996), "A Reprise of Size and R&D", *Economic Journal*, 106, 437, pp. 925-952.
- Cooke, P., M. Uranga, y E. Extelbarria (1997), "Regional Innovation Systems: Institutional and Organizational Dimensions", *Research Policy*, 26, 4/5, pp. 475-491.
- \_\_\_\_ (2001), "Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy", *Industrial and Corporate Change*, 10, 4, pp. 945-974.
- Delgado, M., M. Porter y S. Stern (2010), "Clusters and Entrepreneurship", *Journal of Economic Geography*, 10, pp. 495-518.
- Duranton, G. (1997), "Urbanization and Multipolarity in a Spatial Economy", *Annales d'économie et de statistique*, 45, 1, pp. 89-121.
- \_\_\_\_ (2007), "Urban Evolutions: The Fast, the Slow, and the Still", *The American Economic Review*, 97, 1, pp. 197-221.
- Dutrénit, G., M. Capdevielle, J. Corona, M. Puchet, F. Santiago y A. Vera-Cruz (2010), "El sistema nacional de innovación mexicano: Estructuras, políticas, desempe-

- ño y desafíos”, artículo del MPRA núm. 31982 (<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/31982/>).
- Ebdon, D. (1987), *Statistics in Geography*, Nueva York, Basil Blackwell.
- Enright, M. (2003), “Regional Clusters: What we Know and what we Should Know”, *Innovation Clusters and Interregional Competition*, Berlín/Heidelberg, Springer.
- Espa, G., G. Arbia y D. Giuliani (2010), “Measuring Industrial Agglomeration with Inhomogeneous K-Function: The Case of ICT Firms in Milan (Italy)”, Artículo de trabajo núm. 1014 del Departamento de Economía, Universidad de Trento, Italia.
- Feser, E., y S. Sweeney (2002), “Theory, Methods and Cross Metropolitan Comparison of Business Clustering”, O. McCann (comps.), *Industrial Location Economics*, Edward Elgar Cheltenham.
- Fratesi, U., y L. Senn (2009), *Growth and Innovation of Competitive Regions: The Role of Internal and External Connections*, Berlín/Heidelberg, Springer.
- Freeman, C. (1974), *The Economics of Industrial Innovation*, Harmondsworth, Penguin.
- Fujita, M., y P. Krugman (2004), “The New Geography: Past, Present and the Future”, *Papers in Regional Science*, 83, 1, pp. 139-164.
- Gallié E., y D. Legros (2008), “Spatial Spillovers in France: A Study on Individual Count Data at the City Level”, *Annales d'économie et de statistique*, 87/88, pp. 221-246.
- Garavaglia C., y S. Breschi (2009), “The Co-Evolution of Entrepreneurship and Clusters”, U. Fratesi U. y L. Senn (comps.), *Growth and Innovation of Competitive Regions: The Role of Internal and External Connections*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Getis, A., y J. Ord (1992), “The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics”, *Geographic Analysis*, 24, 3, pp. 189-206.
- Gordon I., y P. McCann (2005), “Innovation, Agglomeration, and Regional Development”, *Journal of Economic Geography*, vol. 5, 5, pp. 523-543.
- Guerra, D. (2005), *Metodología para dinamizar los sistemas de innovación*, México: Instituto Politécnico Nacional.
- Jacobs J. (1961), *The Death and Life of Great American Cities*, Nueva York, Random House.
- Janelle, D., y M. Goodchild (2011), “Concepts, Principles, Tools, and Challenges in Spatially Integrated Social Science”, *The SAGE Handbook of GIS and Society*, Sage Publications.
- Klaesson, J., B. Johansson y Ch. Karlsson (2011), “Metropolitan Regions: Preconditions and Strategies for Growth and Development in the Global Economy”, artículo electrónico de trabajo del Cesis No. 253.
- Krugman, P. (1991), “Increasing Returns and Economic Geography”, *Journal of Political Economy*, 99, 3, pp. 483-499.
- Lee S., R. Florida y Z. Acs (2004), “Creativity and Entrepreneurship: A Regional Analysis of New Firm Formation”, *Regional Studies*, 38, 8, pp. 879-891.

- Levine, N. (julio de 2002), *Crimestat: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations* (v 3.3), Houston, Ned Levine & Associates, y Washington, Instituto Nacional de Justicia.
- Lewis, J. (2006), *National Policies for Innovation and Growth in Mexico*, Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales, The CSIS Press.
- Lucas, R. (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics* 22, 1, pp. 3-42.
- Lohan, J. (2012), "Making Place for Space: Thinking in Social Science", *Annual Review of Sociology*, 38, 38, pp. 507-524.
- Lundequist, P. (2002), "Spatial Clustering and Industrial Competitiveness", *Studies in Economic Geography*, Upsala.
- Malerba, F. (2002), "Sectoral Systems of Innovation and Production", *Research Policy*, 31, pp. 247-264.
- Maskell, P., y L. Kebir (2006), "What Qualifies as Cluster Theory?", B. Asheim, P. Cooke y M. Ron (comps.), *Clusters and Regional Development: Critical Reflections and Explorations*, Routledge, Talyor and Francis Group.
- Meyer, S. (2006), "A Spatial Analysis of Small and Medium Sized Information Technology Firms in Canada and the Importance of Local Connections to Institutions of Higher Education", *The Canadian Geographer*, 50, 1, pp. 114-134.
- Nelson, R., y S. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Massachusetts, Harvard University Press.
- \_\_\_\_ (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- OCDE (1997), *Los sistemas nacionales de innovación*, París, OCDE.
- \_\_\_\_ (1999), *Boosting Innovation: The Cluster Approach*, París, OCDE.
- \_\_\_\_ (2001), *Innovative clusters: Drivers of National Innovation Systems*, París, OECD Publishing.
- \_\_\_\_ (2009a), *Estudios de la OCDE de innovación regional: 15 estados mexicanos*, París: OECD Publishing.
- \_\_\_\_ (2009b), *OECD Reviews of Innovation Policy, Mexico*, París, OECD Publishing.
- Porter, M. (1998), *On Competition*, Boston, Harvard Business School Press.
- \_\_\_\_ (2000), "Location, Competition and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy", *Economic Development Quarterly*, 14, 1, pp. 15-34.
- Oyarzábal, J., B. Sanz y P. Vázquez (2010), "Informes de sectores de la innovación: Red de observatorios para el desarrollo participativo", *Observatorio Económico*, Ayuntamiento de Madrid.
- Ratanawaraha, A., y K. Polenske (2007), "Measuring the geography of innovation a literature review", K. Polenske (comps.), *The Economic Geography of Innovation*, Cambridge University Press.
- Rosenfeld, S. (2001), "Backing into Clusters: Retrofitting Public Policies", *Integration*

- Pressures: Lessons from Around the World Conference Proceedings*, simposio de la Escuela John F. Kennedy, Universidad de Harvard, marzo.
- Rozaga, R. (2002), "Hacia una geografía de la innovación en México", *Nueva Antropología, Revista de Ciencias Sociales*, XVIII, 60, pp. 29-46.
- Ruiz, C. (2008), "México: Geografía económica de la innovación", *Comercio Exterior*, 58, 11, pp. 756-768.
- Salazar, M. (2012), "Innovation and Development in Mexico: The Promising Road Ahead", Centro Internacional para Académicos Woodrow Wilson, Instituto México, inédito.
- Sandoval, R., M. Carreón, D. Ortíz y J. Moreno (2011), "Designed in Mexico: Roadmap for Design, Engineering and Advanced Manufacturing", 1ª ed., México.
- Solleiro, J., y R. Castañón (2004), "Competitividad y sistemas de innovación: Los retos para la inserción de México en el contexto global", *Temas de Iberoamérica: Globalización, ciencia y tecnología*, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Thompson, W. (1965), *A Preface to Urban Economics*, Baltimore, Johns Hopkins Press.
- Varga, A. (2008), "From the Geography of Innovation to Development Policy Analysis: The GMR-approach", *Annales d'économie et de statistique*, 87/88, pp. 83-101.
- Venables, A. (2008), "New Economic Geography", S. N. Darlauf y L. E. Blume (comps.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 2ª ed., Palgrave Macmillan.
- Villarreal, A. (2012), *Identificación de oportunidades estratégicas para el desarrollo de México*, México, Editorial LID.