

PATRONES DE CO-LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL EN MÉXICO*

Amado Villarreal González
Saidi Magaly Flores Sánchez
Miguel Alejandro Flores Segovia

Tecnológico de Monterrey

Resumen: La industria aeroespacial (IA) en México es considerada estratégica por las posibilidades que ofrece al empresariado nacional de insertarse en su cadena de proveeduría. Por sus especificidades productivas necesita desarrollar proveedores mediante externalidades que requieren colocación empresarial. Esta investigación utiliza el estadístico *Co-location Quotient* (CLQ) en cinco entidades mexicanas para detectar patrones de co-localización espacial en aglomeraciones de la IA. Los resultados señalan su atracción espacial por empresas del mismo sector, así como de electrónica, maquinaria y equipo. Adicionalmente, se observan diferencias en los patrones detectados respecto a las capacidades productivas señaladas por entidad, lo que proporciona insumos para el diseño de política industrial.

Abstract: Mexico's aerospace industry (IA) is considered strategic due to the possibilities offered to national business to be inserted into supply chain; by its productive characteristics involves the development of suppliers by externalities, which requires business co-location. This document applies the *Co-location Quotient* (CLQ) statistic in five Mexican entities in order to detect spatial co-location patterns in clusters related to the IA. The results indicate its spatial attraction to aerospace business, as well as electronics, machinery and equipment. Additionally, it can be identified differences in regards co-location patterns with respect to the productive capacities by entity; this suggests inputs for the design of industrial policy.

Clasificación JEL/JEL Classification: C19, O21, O54, Z00

Palabras clave/keywords: co-localización, industria aeroespacial, CLQ, aglomeraciones, México, co-location, aerospace industry, agglomerations

Fecha de recepción: 12 V 2014

Fecha de aceptación: 02 VII 2015

* Agradecemos el apoyo financiero del Instituto para el Desarrollo Regional, del Tecnológico de Monterrey y los comentarios de los dictaminadores, amado.villarreal@itesm.mx, saidimagaly@hotmail.com, miguel flores@itesm.mx

1. Introducción

La industria aeroespacial (IA) en México ha despertado el interés de académicos y hacedores de política pública debido a la oportunidad que ofrece al empresariado nacional de mejorar sus ventajas competitivas al participar como proveedor en su cadena de proveeduría, reconocida a nivel internacional por trabajar con elevados estándares de calidad. Esta industria se caracteriza por desarrollar procesos productivos de alto valor agregado capaces de generar “*spillovers*” (derramas de conocimiento) a través del establecimiento de vínculos con la economía local, lo que influye en la capacidades del empresariado nacional para hacer mejores productos, de manera más eficiente, y desarrollar actividades más especializadas (Humphrey y Schmitz, 2002; Keesing y Lall, 1992; Piore y Ruiz, 1998; Schmitz y Knorringa, 2000; Casalet *et al.*, 2011).

En particular, la transferencia de conocimiento que se efectúa con la finalidad de desarrollar procesos especializados se lleva a cabo mediante la generación de “*spillovers*”, en su modalidad vertical (intencionales). Este proceso puede ser favorecido a través de la instrumentación de diversas acciones de política pública, tales como el establecimiento de políticas de compensación industrial, creación de centros de investigación públicos capaces de vincularse con la iniciativa privada, apoyo a empresas locales en certificación de procesos, financiamiento y adquisición de capacidades productivas suficientes, así como políticas de aglomeración industrial que promuevan la complejidad económica y potencialicen los sectores productivos, lo que mejora su productividad y competitividad.

Estas acciones pueden generar una base empresarial local capaz de satisfacer los requerimientos del sector y permitir que las economías receptoras (especialmente las economías en desarrollo) puedan beneficiarse de la inversión extranjera directa (IED) en el largo plazo; para ello les es indispensable fortalecer el tejido productivo local, con la finalidad de aprovechar los “*spillovers*” generados por el establecimiento en territorio nacional de empresas multinacionales (MNCs) líderes en sectores de alta tecnología (como la IA). Dichas derramas de conocimiento facilitarían el superar la etapa emergente de manufactura simple, para acceder a una etapa consolidada con participación en procesos de I+D (UNCTAD, 2011).

Así pues, la localización en territorio nacional de empresas líderes de la IA puede generar beneficios de largo plazo para la economía, siempre que localmente se cuente con capacidades e infraestructura suficientes para absorber, adaptar y mejorar las derramas de conocimiento generadas.

En este sentido, uno de los países en desarrollo que ha mostrado mayor crecimiento dentro de la industria, y que reúne el portafolio de características necesarias para desarrollar una IA nacional, es China, el cual ha colocado en segundo término las actividades intensivas en mano de obra barata (manufactura -M-, mantenimiento, reparación y revisión -MRO-), para consolidar sus capacidades en investigación y desarrollo (I+D) al realizar inversiones dirigidas a la dotación de equipo de última tecnología a los principales centros de investigación; crear oficinas de apoyo, colegios y universidades; celebrar alianzas en I+D con organizaciones extranjeras; establecer una política de compensaciones industriales; utilizar procesos de ingeniería inversa; proveer al sector de subsidios y financiamiento público con bajas tasas de interés y co-locar a los sectores productivos relacionados en *clústers* aeroespaciales (D&B, 2011; Bédier, Vancauwenberghé y Sintern, 2008).

Otro claro ejemplo de la necesidad que tienen los países emergentes de crear un sistema de soporte para el desarrollo de la IA es Brasil, país donde se ha promovido desde hace más de setenta años la creación de instituciones (Ministerio de Aeronáutica -1941-, Centro Técnico Aeroespacial -1954-, Empresa Brasileira de Aeronáutica, S.A. -1961-) respaldadas por agencias gubernamentales (Banco Nacional de Desarrollo BNDES-, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Defensa) a fin de consolidar la producción, co-locación industrial (Sao José dos Campos), desarrollo tecnológico y alianzas estratégicas en el sector (Casalet, 2013).

Dichas acciones permiten a los países superar las barreras propias de la industria y aprovechar las externalidades generadas. En este sentido, la IA se caracteriza no solo por su dinamismo y hermetismo tecnológico, sino también por su compleja cadena de proveeduría y gestión a través de los diferentes niveles ("*tiers*") que la componen (Mayer, 2014), dispuestos de forma jerárquica.

En el primer eslabón se encuentran las empresas fabricantes de equipos originales (OEMs, -por sus siglas en inglés) encargadas del diseño, análisis de mercado, y de solicitar las órdenes de compra de subcomponentes a las empresas que se encuentran en el segundo nivel, donde se localizan los fabricantes de sistemas de propulsión, sistemas electrónicos o "*avionics*", subsistemas y subcomponentes; en el tercer nivel se encuentran los fabricantes de componentes y subsistemas; mientras que en el cuarto coexisten diversas PYMES (no exclusivas de la industria) proveedoras de piezas y componentes ensamblados, principalmente para el segundo y tercer nivel de la cadena (Niosi y Zhegu, 2005).

Debido al cambio de paradigma organizacional que enfrentó la industria a principios de 1990 (necesidad por reducir costos e interés por concentrar sus esfuerzos en las actividades de mayor valor agregado) las empresas integrantes de los diversos “*tiers*” se encuentran localizadas en diversos *clústers* alrededor del mundo, los cuales han sido diferenciados por su vocación productiva (investigación y desarrollo -I+D-; mantenimiento, reparación y revisión -MRO-; y manufactura -M-) en relación con los determinantes locales de competitividad característicos de la región donde se instalaron (ICF SH&E, 2012).

Así, los procesos de ingeniería e I+D se concentraron en Estados Unidos, India, Rusia, China, Reino Unido, Francia, Singapur y Alemania; los procesos de manufactura en México, China, Estados Unidos, India, Rusia, Brasil, Malasia y Moroco; mientras que los de MRO se encuentran en Estados Unidos, China, Singapur, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Brasil, India, Malasia y Alemania (ICF SH&E, 2012). Un ejemplo claro de tal complejidad y dispersión de la cadena productiva lo presenta el *Boeing* modelo 747-8, que consta aproximadamente de seis millones de componentes individuales, fabricados en 30 diferentes países por 550 proveedores (Mayer, 2014).

La instalación de procesos productivos (principalmente de manufactura -M-) pertenecientes a la IA en México se debe a la presencia de industrias consolidadas que realizan procesos similares a los requeridos por ésta, lo cual se considera una importante ventaja competitiva. Así, se ha señalado que algunas capacidades tecnológicas y organizacionales de la industria automotriz son similares a las requeridas por la IA; también aquellas desarrolladas por la industria electrónica, de plásticos, metalmecánica o de mantenimiento de maquinaria; lo que facilita la incorporación de proveedores locales (pertenecientes a dichos sectores) en su cadena de proveeduría (Martínez, 2011; Villavicencio, Hernández y Souza, 2013; Casalet, 2013).

En este sentido, la aportación de la presente investigación es definir, mediante técnicas propias del análisis estadístico espacial, patrones de co-localización empresarial entorno a la industria aeroespacial, con el objeto de determinar: 1) aquellos sectores productivos ubicados en las cercanías de la industria aeroespacial, 2) la existencia de un patrón de localización de diferentes industrias, así como 3) las posibles diferencias entre estos patrones de acuerdo con las capacidades productivas de la región relacionadas a la IA, con la finalidad de 4) especificar la actual conformación productiva de los principales *clusters* aeroespaciales del país y aportar un insumo que sienta una base de análisis capaz de proponer iniciativas en materia de política pública.

Después de la introducción, la sección 2 comprende la exposición de las características que presenta la IA en México; en la tercera se realiza una revisión de literatura que permite enmarcar el fenómeno de los efectos “*spillover*” de manera teórica; en la sección 4 se describen los datos y la metodología empleada, en la quinta se discuten los resultados respecto de los objetivos planteados y se finaliza con el apartado de conclusiones y discusión final.

2. Contexto de la industria aeroespacial en México

La industria aeroespacial mexicana (IAM) tiene su origen en diversos factores, de los cuales destacan: 1) los propios a la dinámica del sector (constante necesidad por parte de las compañías pertenecientes a la industria de reducir sus costos de producción para mantenerse competitivas a nivel internacional), 2) localización geográfica (cercanía con Estados Unidos) y 3) la existencia de capacidades productivas nacionales relacionadas con las necesidades del sector (obtenidas a partir de la experiencia nacional en los sectores automotriz, metalmeccánico y electrónico).

Los antecedentes de esta industria en el país son previos a la Segunda Guerra Mundial (Jiménez, 2013), no obstante, la instalación de las primeras empresas extranjeras pertenecientes a la industria surge en la época del modelo de sustitución de importaciones. Así, es posible observar que en los años sesenta, en Baja California, arribaron las empresas *Rockwell Collins* y *Switch Luz* (Carrillo y Hualde, 2013); posteriormente, en Querétaro, se instaló una empresa dedicada al mantenimiento de partes y fabricación de piezas de avión (Villavicencio, Hernández y Souza, 2013) y, en 1999, el centro de diseño de *General Electric* (GE); en ese mismo año, en Sonora, se instaló la empresa *Smith West*, primera del giro aeroespacial en la entidad (Contreras y Bracamonte, 2013).

En el año 2000, de acuerdo con la Secretaría de Economía (SE), se encontraban instaladas en México 20 empresas productoras de aeropartes que exportaban, en conjunto, un valor aproximado de 150 millones de dólares con destino a Estados Unidos. Debido a las características del sector y su contribución a la economía mexicana en términos de empleo, inversión y exportaciones; en el año 2003 la SE anunció el interés del gobierno federal por desarrollar al sector mediante la atracción de empresas líderes internacionales que fungieran como anclas productivas y puntos de atracción para otras empresas relacionadas; con la finalidad de generar aglomeraciones industriales

capaces de promover la competitividad del empresariado nacional, su vinculación con universidades y centros públicos de investigación (Casalet *et al.*, 2011).

En la actualidad la IA está representada por 259 empresas que ofrecen más de 34 000 empleos en 18 entidades, principalmente del centro y norte del país (ProMéxico, 2013), de las cuales sobresalen cinco (Baja California, Sonora, Querétaro, Chihuahua y Nuevo León) por concentrar 76% del total de las empresas del sector. En el *Plan Nacional de Vuelo* estas entidades son señaladas como las “regiones” más importantes de la industria aeroespacial en el país, se considera que tanto sus capacidades como su especificidad y nichos industriales, lo que constituye su vocación productiva emergente, pueden favorecer el desarrollo del sector en territorio nacional; destacan las posibilidades de la manufactura de maquinados de precisión en Chihuahua; el desarrollo de sistemas de fuselaje y plantas de poder, así como los servicios basados en conocimiento de alto valor (KPO) en Baja California; la manufactura de turbinas para Sonora; ingeniería para el diseño de turbinas, ensamble de partes complejas del fuselaje y mantenimiento especializado para Querétaro y actividades de soporte de metalmecánica y de manufactura en Nuevo León (ProMéxico, 2013b).

El crecimiento promedio anual del número de establecimientos y empleos generados en esta industria ha sido de 22% y 18% respectivamente (2005-2013); mientras que el de las exportaciones y saldo comercial asciende a 17% y 38% (2000-2013). Estas cifras son resultado de las inversiones realizadas por la industria (\$5 975 millones de dólares, en el periodo 2007-2012, según datos de la Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología DGIPAT-); lo que no solo es evidencia de su importancia y acelerado crecimiento en México, sino que posicionaron al país como líder global en cuanto a la recepción de inversión relacionada con procesos de manufactura en 2011 (ProMéxico, 2013b; ICF SH&E, 2012).

Los principales factores señalados por incidir en el desarrollo de esta industria en México, según Casalet (2013) y ProMéxico (2013b), son la cercanía geográfica con Estados Unidos, el bajo costo relativo de la mano de obra, la existencia de capital humano calificado, la percepción de solidez respecto a los derechos de propiedad intelectual, los beneficios comerciales que implica el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), las ventajas que ofrece para el ingreso de productos y diseños en el mercado americano la firma del Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (BASA, por sus siglas en inglés) con Estados Unidos, la experiencia nacional en los sectores automotriz y electrónico que facilita la existencia de proveedores que cuentan con

las capacidades para eslabonarse en la cadena de proveeduría de la industria; así como la presencia de universidades, escuelas técnicas (que provean del capital humano) y centros de investigación (que apoyen en algunos proyectos de conversión industrial e investigación).

El papel de las políticas públicas (federales y estatales) también es relevante para el fomento del agrupamiento aeroespacial en México, mediante la atracción de empresas líderes del sector a través de la instrumentación de diversos incentivos, entre los que destacan los relacionados con la localización de empresas anclas dentro de diversos parques industriales (Casalet, 2013).

3. Revisión de la literatura

Mediante la óptica de la Nueva Geografía Económica (NEG, por sus siglas en inglés) es posible comprender la decisión de localización de las empresas, la forma que adquiere y los factores que la influyen. A través de la NEG se intenta explicar la estructura económica espacial, al considerar los principales factores que contribuyen a la aglomeración de las actividades (ver Feldman, 2003: 2), tales como el tamaño del mercado (Harris, 1954; Pred, 1966; Krugman, 1980), el costo del transporte y la movilidad del capital humano (Krugman, 1991), así como la existencia de vínculos verticales del tipo cliente-proveedor que se generan entre empresas (Krugman y Venables, 1995; Venables, 1996); factor que resulta particularmente importante para el caso mexicano (Krugman y Livas, 1996).

Los vínculos inter-empresariales son el resultado de producir y comerciar bienes y servicios tradicionales; así como de la interacción entre agentes co-localizados. Éstos facilitan el intercambio de información de manera frecuente entre los agentes, lo que origina una base de conocimiento común (Fujita, 2007) mediante externalidades que inciden en la aglomeración de las empresas (Feldman, 2003). Las aglomeraciones económicas generan beneficios para las empresas que la conforman y promueven el desarrollo de la economía local (Fujita y Krugman, 1995). En este sentido son consideradas un espacio adecuado para fomentar los efectos de “*spillover*” o de derrama, debido a que facilitan el intercambio de información entre las empresas (Marshall, 1920), lo que intensifica la comunicación y transferencia de conocimiento con base en el contacto personal de los diferentes actores que las integran (Batheld, Malmberg y Maskell, 2004).

Dichos beneficios se pueden incrementar cuando en la aglomeración se encuentran integrados actores que mantienen relaciones en

el ámbito internacional, dado que los conocimientos y capacidades adquiridas por ellos tienden a dispersarse en los confines de la misma, y cuando se encuentra integrada por empresas de diferentes sectores relacionados; lo que incide en su capacidad de crear conocimiento y de realizar una división efectiva del trabajo (Batheld, Malmberg y Maskell, 2004).

La elección de localización es una decisión importante que tiene implicaciones no solo para las empresas sino también para la región donde se ubiquen (Bunyaratavej, Hahn y Doh; 2008). Una adecuada localización puede incidir en la reducción de costos de transporte, economías en el flujo de los procesos, mejoras en la accesibilidad, compartir rasgos culturales e instituciones similares (Williamson, 1979; Batheld, Malmberg y Maskell, 2004) con las empresas relacionadas y fomentar la transferencia tecnológica (Humphrey y Schmitz, 2002).

La co-localización de diversos sectores productivos alrededor de la IA es una característica de los *clusters* aeronáuticos maduros, integrados, generalmente, por fabricantes de productos metálicos, de maquinaria y equipo, electrónicos, automotrices y de materiales (Chu, Zhang y Jin, 2010). Las empresas locales pertenecientes a estos sectores que deseen incorporarse en la cadena de proveeduría de la industria deben atravesar un proceso previo de programas de capacitación dentro y fuera de sus instalaciones, cursos de control de calidad y de actualización técnica para instrumentar nueva maquinaria o procedimientos, con el objeto de obtener certificados laborales, de maquinaria, equipo y herramienta.

Estas acciones permiten la incorporación de empresas de sectores relacionados en la IA, suponiéndoles un movimiento horizontal hacia un nuevo sector que les exige la realización de actividades productivas, no desarrolladas hasta entonces, mediante un proceso previo de transferencia tecnológica realizado a través de vínculos interempresariales del tipo cliente-proveedor. Una vez incorporadas a la industria, dichas empresas podrían presentar otras mejoras que afectarían la calidad de sus productos, procesos o sistema organizacional (Humphrey y Schmitz, 2000). Existen registros de empresas que después de atravesar el proceso de incorporación a la industria han dejado las actividades básicas, como el *“tooling”* o maquinado herramental, para desarrollar actividades más complejas relacionadas con la fabricación de partes y sub-ensambles (Esposito y Passaro, 1997).

Los “spillovers” verticales (intencionales) conllevan al desarrollo de proveedores a través de la relación cooperativa que se establece entre cliente y proveedor dentro de la cadena de proveeduría. Su finalidad, es generar mejoras continuas en el desempeño del provee-

dor y, al mismo tiempo, reforzar las ventajas competitivas del cliente (Hahn, Watts y Kim, 1990; Krause, 1997, 1999; Vickery *et al.*, 2003); por lo que puede ser considerado como una estrategia competitiva de largo plazo (Giunipero, 1990; Monczka, Trent y Callahan, 1993; Hartley y Choi, 1996; Goffin, Lemke y Szwejcowski, 2006) que beneficia no solo a las empresas multinacionales (MNCs), al reducir parte de sus costos de producción y disminuir los plazos de entrega de algunos productos, haciéndolas más competitivas (Dyer, 1996; Li *et al.*, 2006; Blalock y Gertler, 2008); sino también al empresariado local, al suponerle dicha transferencia tecnológica el desarrollo de sus capacidades productivas; así como a diferentes agentes que pueden involucrarse en los procesos, por ejemplo, universidades, centros de investigación y asociaciones industriales (Padilla, 2008). Mediante este proceso se promueve la competitividad de la economía regional, al mismo tiempo que los precios en los mercados relacionados tienden a disminuir (Blalock y Gertler, 2008).

Particularmente, en México se han desarrollado acciones cuyo objetivo es el fortalecimiento de las cadenas de valor a través del establecimiento de relaciones interempresariales del tipo cliente-proveedor entre empresas grandes (nacionales o internacionales) y las micro, pequeñas y medianas empresas nacionales (MiPYMES) (SE, 2012). Con la finalidad de enriquecer el entendimiento de esta industria en México, el presente estudio se centra en el análisis de datos georeferenciados (ya que se conoce la localización exacta -longitud y latitud- de las unidades económicas pertenecientes al sector), donde cada observación presenta un atributo que permite su categorización.

Dichas condiciones favorecen la consideración del reciente trabajo de Leslie y Kronenfeld (2011), en el cual se desarrolla un estadístico denominado Cociente de Co-Localización (*Colocation Quotient* o CLQ, por sus siglas en inglés), cuya finalidad es determinar si las categorías de las observaciones, acotadas sobre un área geográfica, se encuentran correlacionadas espacialmente y, de ser así, permite responder cómo, en qué dirección y en qué medida. Este estadístico es capaz de tipificar una variedad de problemas de índole empírico, es decir, que puede determinar las preferencias de colocación de las empresas de diferentes tipos dentro de un área metropolitana o bien examinar la relación entre pares de especies de árboles en un bosque con el fin de identificar las posibles relaciones entre las mismas, por ejemplo.

El empleo de tal método, dado el contexto del análisis que aquí se presenta, resulta útil por la naturaleza y distribución de los datos y, también, por permitir la presencia de dos procesos espaciales distintos: 1) la estructura espacial de los datos georeferenciados puede

causar patrones de agrupamiento o dispersión con base en su localización, 2) en situaciones donde los datos presentan información característica que permite formar grupos o categorías, las relaciones entre éstos regularmente muestran evidencia de que la localización de cierta(s) categoría(s) tiene mayor o menor probabilidad de ocurrencia cerca de categorías de un tipo más que de otras. Lo anterior provee insumo para el diseño de política industrial al considerar el tipo de agrupamientos, su vocación, su conformación y su distribución espacial (Flores y Villarreal, 2014; Villarreal y Flores, 2015).

El estadístico en cuestión, además de analizar la asociación espacial entre las categorías pertenecientes a la población de estudio, ayuda a identificar asociaciones categóricas que pueden resultar asimétricas. Por un lado, este tipo de relaciones en estudios de ecología incluyen predatorismo y parasitismo, en donde un depredador o parásito se limita a los lugares donde se encuentra la presa o anfitrión, pero lo contrario no es necesariamente cierto. Por otro lado, en logística, las empresas que ocupan niveles bajos en la cadena de proveeduría a menudo dependen (y por lo tanto su cercanía) de sus proveedores, mientras que los proveedores tienden a localizarse al considerar la base de los recursos naturales y otros insumos.

4. Datos y metodología

Esta investigación usa como fuente de información datos georreferenciados disponibles a nivel empresa, obtenidos del *Directorio estadístico nacional de unidades económicas* (DENUE), elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Dicha base de datos consta de más de cuatro millones de unidades económicas (o establecimientos) situadas a lo largo del territorio mexicano, las cuales se encuentran involucradas con los sectores de manufactura, comercio y de servicios, minería, electricidad, agua y gas, construcción, transporte y almacenamiento y servicios financieros.

Dicha fuente de información incluye las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de cada unidad económica, así como un identificador por entidad, municipio y área geoestadística básica (AGEB). Entre otros atributos, es posible obtener el número de empleados con base en los siguientes estratos: 0-5, 6-10, 11-30, 31-50, 51-100, 101-250 y 251 o más, así como el tipo de actividad económica industrial, al tomar como base los códigos del Sistema de clasificación industrial de América del Norte (SCIAN) para el año 2007.

Para propósitos del presente estudio el código SCIAN resulta de especial relevancia dado que, a partir de él, es posible identificar los

sectores productivos de las empresas y establecimientos que se encuentran relacionadas con la industria aeroespacial en México. En el SCIAN 2007 se integran 303 ramas de actividad (código a cuatro dígitos), de las cuales se han seleccionado 58 para su análisis (de acuerdo con nuestro objetivo). Su elección se realizó a partir de la consideración del listado de empresas publicado en la *Matriz de capacidades, productos y procesos de la industria aeroespacial* de ProMéxico (2013a), que consta de 259 empresas (ver mapa 1), cada una de ellas fue identificada en el DENUe a fin de detectar el código SCIAN de la rama de actividad a la que pertenecen, así como los datos de latitud y longitud; también se adicionaron los códigos pertenecientes a los sectores de servicios y educación. Mediante este proceso se detectaron las 58 diferentes ramas de actividad (código SCIAN a cuatro dígitos) relacionados a la IA. El cuadro A1 sobre ramas asociadas a la industria aeroespacial en México (ver anexo) muestra la descripción de los sectores incluidos en el análisis.

En este sentido, nuestro estudio es una aplicación del método CLQ a 58 ramas pertenecientes a la industria aeroespacial, realizado a nivel estatal por motivos relativos al propósito mismo del análisis y las características particulares del estadístico. Es decir, el análisis se realiza con la finalidad de detectar las vocaciones productivas regionales de aquellas entidades donde se concentra la mayor cantidad de unidades económicas pertenecientes a la industria que nos ocupa (SCIAN 3364), las cuales son: Baja California, Sonora, Querétaro, Chihuahua y Nuevo León (entidades que absorben 79% de las unidades económicas de la industria, de acuerdo con la Matriz de capacidades de ProMéxico 2014), a través de la detección de patrones de co-localización de diferentes sectores entorno a la industria aeroespacial, IA, se analizan en total 26 070 unidades económicas pertenecientes a las 58 ramas productivas, de ellas 34% pertenece a Nuevo León, 20% a Chihuahua, 19% a Sonora, 15% a Baja California y 13% a Querétaro.

Como ya se mencionó, uno de los objetivos del análisis es caracterizar vocaciones regionales correspondientes a colocación de sectores industriales en torno al sector aeroespacial. Por tal motivo, se decidió hacer el análisis correspondiente por cada una de las entidades federativas ya mencionadas. Adicionalmente, hay que destacar que una característica importante del estadístico CLQ es ser sensible al número de observaciones concentradas en un espacio geográfico, por tal motivo si se tomara la distribución aleatoria de las observaciones para toda la geografía del país, de la cual surge la prueba de significancia, no se podrían diferenciar regionalmente los patrones resultantes. Es decir, el análisis daría lugar a que gran parte de los resultados encon-

trados no correspondirán a los obtenidos en cada entidad federativa o en su caso no fueran estadísticamente significativos. En suma, este análisis pretende detectar las diferencias en términos de la localización de empresas pertenecientes a diversos sectores productivos que se ubican en torno a la industria aeroespacial en las entidades consideradas; así como, mediante inferencia estadística, determinar cuáles de ellos muestran patrones característicos asociados con efectos de co-localización espacial.

Mapa 1
Localización de la industria aeroespacial en México



Fuente: Elaboración propia con datos del DENU.

El CLQ es un estadístico que cuantifica las relaciones espaciales entre las categorías de interés que considera el concepto del cociente de localización utilizado por los geógrafos y economistas para juzgar el grado de especialización de una región con base en una determinada industria (Blair, 1995; Stimson, Stough y Roberts, 2006). Específicamente, este índice es útil para realizar análisis de poblaciones cuyos componentes corresponden a categorías individuales factibles de localizar (latitud y longitud) y cuando: (a) los datos son de naturaleza nominal, por lo que otras medidas como el *cross-variogram* (Vallejos,

2008) no resultan factibles; (b) el análisis se efectúa sobre categorías de datos puntuales y no polígonos, tal como se establece en el *join count statistic* (Cliff y Ord, 1981); (c) se analiza una sola población y no la comparación entre dos, como se plantea en la hipótesis nula del *cross-k-function* (Cressie, 1991).

Su utilización es factible para analizar unidades diferenciadas y se puede considerar en varias aplicaciones empíricas. Por ejemplo, 1) para la detección y análisis de patrones de localización de unidades económicas establecidas en un área metropolitana, en específico clasificadas de acuerdo con el sector económico al que pertenecen; 2) para estudiar en ecología la distribución de árboles ubicados en una extensión de terreno determinada, clasificados de acuerdo con sus condiciones de salud (Leslie y Kronenfeld, 2011); 3) para analizar los patrones de localización de diferentes tipos de viviendas en una zona en específico (Cromley, Hanink y Bentley, 2013), 4) para comprender la localización de establecimientos comerciales en ciudades policéntricas en expansión (Ó hUallacháin y Leslie, 2013) o de establecimientos comerciales pertenecientes a un giro en específico en un área metropolitana determinada (Leslie, Frankenfeld y Makara, 2012).

Este estadístico se define con respecto a dos categorías (por ejemplo, tipos A y B) y proporciona una medida del grado en el que un subconjunto categórico es dependiente espacialmente del otro. Es decir, $CLQ_{A \rightarrow B}$ mide el grado en el que los eventos del tipo A se encuentran espacialmente atraídos por eventos del tipo B . Se calcula como la relación entre los puntos observados frente a los esperados, pertenecientes a un tipo, entre el conjunto de los puntos vecinos más cercanos de otro tipo. En la representación formal del CLQ , se parte de una población P donde cada individuo es categorizado o agrupado en una de las k -categorías que forman parte un conjunto X , supongamos que $A \in X$ y $B \in X$ denotan posibles categorías pertenecientes a X . $CLQ_{A \rightarrow B}$ es definido como la razón de las proporciones observadas entre las esperadas de los eventos del tipo B , entre los vecinos más cercanos de A .

$$CLQ_{A \rightarrow B} = (C_{A-B}/N_A)/(N'_B/(N-1)) \quad (1)$$

donde N denota el tamaño de la población total; N_A el tamaño de la población de la categoría A ; N'_B significa el tamaño de la población de B (si $A \neq B$) y C_{A-B} el recuento de puntos del tipo A cuyo vecino más cercano es un punto del tipo B . El numerador de $CLQ_{A \rightarrow B}$ es la proporción de puntos del tipo B entre los vecinos más cercanos de

A (es decir, la proporción observada), mientras que el denominador es la proporción de puntos del tipo B que podrían ser el vecino más próximo a los eventos del tipo A (esto es, la proporción esperada).

Semánticamente, el $CLQ_{A \rightarrow B}$ significa la atracción espacial que ejerce A sobre B o, alternativamente, el grado en que B atrae a A . Por ejemplo, un $CLQ_{A \rightarrow B}$ cercano a dos indicaría que A tiene el doble de probabilidades de tener a B como su vecino más cercano de lo que se podría esperar cuando la localización de los datos en el espacio fuera aleatoria. Cabe aclarar que la atracción expresada por $CLQ_{A \rightarrow B}$ es unidireccional, ya que es dependiente de las relaciones con los puntos vecinos más cercanos, las cuales podrían resultar asimétricas. En otras palabras, en el caso de que existan observaciones donde el vecino más cercano de A es B , pero el vecino más cercano de B no es A , entonces $C_{A \rightarrow B} > C_{B \rightarrow A}$ y, por lo tanto, $CLQ_{A \rightarrow B} > CLQ_{B \rightarrow A}$, lo que expresa, lógicamente, que A se encuentra más atraído por B de lo que B se encuentra hacia A . En el caso donde se analice una misma categoría o grupo el CLQ se interpreta de una manera similar, de modo que un $CLQ_{A \rightarrow A} = 0.67$ indicaría que A tiene dos tercios de probabilidades de ser su propio vecino más cercano en relación con lo esperado, dada la proporción de A respecto a los datos analizados, en este caso la atracción es bidireccional (véase Leslie y Kroenfeld, 2011: 313).

5. Resultados y análisis

Antes de describir los resultados es necesario hacer algunas observaciones con respecto a la aplicación empírica del CLQ. Como ya se señaló, el indicador permite cuantificar asociaciones espaciales entre las categorías de una población en búsqueda de patrones de colocación entre las mismas. Su aplicación en este análisis se llevó a cabo en dos pasos: primero los datos geo-referenciados se categorizaron de acuerdo con los códigos SCIAN (ver cuadro A1 de anexo), lo que dio como resultado un archivo final del tipo “*shapefile*”, para después, con el propósito de obtener niveles de significancia, se emplearon simulaciones de tipo Monte Carlo a través del *software* “*Co-Location Analysis Engine*” (<http://seg.gmu.edu/#page1>).

La aplicación de dicho método arroja una matriz simétrica de resultados por entidad federativa, es decir, se obtiene un CLQ para cada categoría. Sin embargo, con el fin de simplificar la exposición y descripción de los resultados, y dado que el principal objetivo de esta investigación es analizar el sector aeroespacial (SCIAN 3364), en

el cuadro 1 se presentan solo aquellos valores concernientes a este sector, de los cuales se obtuvieron niveles de significancia mayores a 0.05 con base en 1000 simulaciones¹ (las matrices de resultados por entidad están disponibles a solicitud del(os) interesado(s)).

En el cuadro 2 es posible observar los resultados obtenidos mediante la aplicación del estadístico *CLQ* por entidad. En la fila superior se enlistan las ramas (códigos SCIAN a cuatro dígitos) con elevadas probabilidades de constituir los *clusters* de la industria aeroespacial en cada entidad, lo cual se presume al detectarles una localización no aleatoria a su alrededor. Es decir, mediante el uso del estadístico se encontró que estos sectores forman patrones de co-localización espacial respecto a la IA, concediéndoles una alta probabilidad de encontrarse como su vecino más cercano.

Cuadro 1
IA (SCIAN 3364): resultados CLQ por entidad

<i>Ramas</i>	<i>3149</i>	<i>3169</i>	<i>3255</i>	<i>3256</i>	<i>3261</i>	<i>3314</i>	<i>3341</i>
Baja California	0.24						
Querétaro				0.46		0.16	
Chihuahua				13.46			5.78
Nuevo León		0.45	2.91		0.10		
Sonora							

<i>3344</i>	<i>3359</i>	<i>3363</i>	<i>3364</i>	<i>4881</i>	<i>5414</i>	<i>5415</i>	<i>5416</i>	<i>5417</i>
3.46			2.63		16.20			
2.57			5.49					
			21.74	18.84				
	1.39	2.08	3.51		2.24	1.96	2.11	1.78

¹ El *software* permite hacer inferencias a partir de 1000 simulaciones para diferentes números de vecinos más cercanos o radio. Se efectuaron las respectivas simulaciones con diferentes números de vecinos más cercano (de 1 a 5) para cada una de las entidades arriba descritas. No obstante, los resultados en el cuadro 1 muestran aquellos correspondientes al vecino más cercano (radio 1) ya que corresponde a la idea central del *CLQ*.

Cuadro 1
(continuación)

<i>Ramas</i>	<i>5511</i>	<i>6111</i>	<i>6117</i>	<i>8112</i>	<i>9312</i>
Baja California	4.15				
Querétaro			14.47		
Chihuahua					
Nuevo León	1.73	0.31	0.21	1.50	0.34
Sonora					

$CLQ_{3364 \rightarrow x}$: relación de atracción unidireccional del código SCIAN 3364 (IA) respecto del código SCIAN x .

$CLQ_{3364 \rightarrow 3364}$: relación de atracción bidireccional del código SCIAN 3364 (IA) respecto del código SCIAN 3364 (IA).

$CLQ_{3364 \rightarrow x} > 2$: más del doble de probabilidad de tener al sector x como su vecino más cercano, es decir, de ubicarse cerca de él; en relación con lo que podría esperarse en una localización elegida al azar.

$0 < CLQ_{3364 \rightarrow x} < 2$, por ejemplo, $CLQ_{3364 \rightarrow x} = 0.2$: la IA tiene solo 20% de probabilidad de tener al sector x como su vecino más

cercano. Los estadísticos se calcularon con base en una distribución normal.

Según se observa en las entidades analizadas (excepto Sonora), la IA (SCIAN 3364) prefiere localizarse cerca de sí misma, Chihuahua es la entidad con mayor probabilidad de presentar dicho patrón de co-localización, lo cual puede explicarse con base en el número de ramas co-localadas con la industria pues al ser relativamente pocas, las magnitudes del estadístico son mayores. Lo que representa una característica de la IA, manifiesta cuando las unidades económicas pertenecientes a su cadena de proveeduría se localizan unas en torno a otras debido a que su producción se realiza de forma segmentada, lo que origina que los *clusters* aeroespaciales se encuentren constituidos de una o varias empresas integradoras, rodeadas de pequeñas y medianas empresas proveedoras de componentes y partes especializadas (Niosi y Zhegu, 2005).

Adicionalmente, pueden observarse algunas otras coincidencias sectoriales entre entidades, como el fabricante de productos de limpieza para Querétaro y Chihuahua, la fabricación de equipos y accesorios electrónicos y servicios de apoyo a la educación para Querétaro y Nuevo León, así como el diseño especializado y los corporativos para Baja California y Nuevo León. Así mismo, se observa que el mayor

número de sectores que presentan patrones de co-localización respecto de la IA se encuentran en Nuevo León, lo cual puede relacionarse con la diversidad de industrias maduras existentes en dicha entidad.

A continuación se expone en el cuadro 2 el análisis de los resultados obtenidos por entidad en comparación con las capacidades productivas que tiene cada una de ellas relacionadas con la IA.

Cuadro 2
Sectores relacionados con la IA por entidad

<i>Capacidades productivas</i>	<i>CLQ</i>	<i>Rama</i>	<i>Descripción</i>
<i>Baja California (BC)</i>			
Pruebas de integración completa	16.20	5414	Diseño especializado
Diseño de interiores	4.15	5511	Corporativos
Maquinados de precisión	3.46	3344	Fabricación de componentes electrónicos
Sistemas eléctricos y de potencia	2.63	3364	Fabricación de equipo aeroespacial
Procesos especiales, tratamientos térmicos y superficiales	0.24	3149	Fabricación de otros productos textiles, excepto prendas de vestir
Procesos de conformación de placas de metal			
Sistemas hidráulicos y de interiores			
MRO partes de motor			
<i>Chihuahua</i>			
Fuselajes, motores y arneses	21.74	3364	Fabricación de equipo aeroespacial
Maquinados de precisión	18.84	4881	Servicios relacionados con el transporte aéreo
Tren de aterrizaje	13.46	3256	Fabricación de adhesivos industriales
	5.78	3341	Fabricación de computadoras y equipo periférico

Cuadro 2
(continuación)

<i>Capacidades productivas</i>	<i>CLQ</i>	<i>Rama</i>	<i>Descripción</i>
<i>Nuevo León (NL)</i>			
Fabricación de componentes	2.91	3255	Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos
Ensamblajes de fuselaje de helicópteros	2.24	5414	Diseño especializado
	2.11	5416	Servicios de consultoría administrativa, científica y técnica
Componentes automotrices	2.08	3363	Fabricación de partes para vehículos automotores
Electrodomésticos	1.96	5415	Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados
Centros MRO	1.78	5417	Servicios de investigación científica y desarrollo
	1.73	5511	Corporativos
	1.50	8112	Reparación y mantenimiento de equipo electrónico y de equipo de precisión
	1.39	3359	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos
	0.45	3169	Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
	0.34	9312	Administración pública en general
	0.31	6111	Escuelas de educación básica, media y para necesidades especiales
	0.21	6117	Servicios de apoyo a la educación
	0.10	3261	Fabricación de productos de plástico

Cuadro 2
(continuación)

<i>Capacidades productivas</i>	<i>CLQ</i>	<i>Rama</i>	<i>Descripción</i>
<i>Queretaro</i>			
Fabricación de componentes de motor:	14.47	6117	Servicios de apoyo a la educación
partes de hélices, rotores y plantas de energía	5.49	3364	Fabricación de equipo aeroespacial
Fabricación de tren de aterrizaje, partes y arneses	2.57	3359	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos
Ensamble de componentes y fuselaje	0.46	3256	Fabricación de adhesivos industriales
Diseño de turbinas	0.16	3314	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio
Fabricación de piezas automotrices y electrónicas			
Industria química de especialidades			
Fabricación de partes y piezas metálicas			
MRO			
<i>Sonora</i>			
Manufactura de componentes para turbinas			
Fuselaje y materiales compuestos			
Fundición, tratamientos térmicos y superficiales			

Fuente: ProMéxico (2012a, 2013b), Contreras y Bracamonte (2013), Villavicencio, Hernández y Souza (2013), Casalet *et al.* (2011), Carrillo y Hualde (2013), datos propios.

A nivel nacional, Baja California (BC) es la entidad que cuenta con la mayor cantidad de unidades económicas pertenecientes a la IA

(27%) (ProMéxico, 2014). Los factores que han influido en la localización de estas empresas son principalmente: la posición geográfica de la entidad, su entendimiento cultural con Estados Unidos, el papel de las políticas públicas, así como su disponibilidad de capital humano calificado, con una matrícula de estudiantes en ingeniería aeronáutica y aeroespacial para el ciclo 2011-2012 de 361 alumnos, concentrados en la Universidad Autónoma de Baja California, en la Facultad de Ingeniería y el Centro de Ingeniería y Tecnología, cifra que sitúa a la entidad en el 4to lugar a nivel nacional (Carrillo y Hualde, 2013; ProMéxico, 2012b). Es importante señalar que, en general, el capital humano calificado para este sector localizado en México destaca por ser relativamente más barato que el disponible en Estados Unidos, Brasil y Rusia (KPMG, 2012).

En relación con la infraestructura que posee esta entidad, destaca la existencia de tres *clústers* aeroespaciales ubicados en las ciudades de Mexicali, Tecate y Tijuana; así como 11 429 kilómetros de carreteras, cuatro aeropuertos internacionales localizados en las ciudades de Ensenada, Mexicali y Tijuana; cinco puertos marítimos en la Costa del Pacífico y el Mar de Cortés, el de mayor movimiento comercial es el ubicado en Ensenada, el cual funciona como puerta de entrada a la Cuenca del Pacífico y tiene gran potencial comercial con Estados Unidos y los países asiáticos.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la utilización del estadístico *CLQ* (cuadro 2), en Baja California son cinco las ramas productivas que muestran patrones de co-localización respecto de la IA. Dichas ramas son: diseño especializado de interiores (SCIAN 5414, $CLQ_{3364 \rightarrow 5414} = 16.2$), corporativos (SCIAN 5511, $CLQ_{3364 \rightarrow 5511} = 4.1$), fabricantes de componentes electrónicos (SCIAN 3344, $CLQ_{3364 \rightarrow 3344} = 3.4$), fabricantes de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones para aeronaves (SCIAN 3364, $CLQ_{3364 \rightarrow 3364} = 2.6$); así como las empresas dedicadas a la confección de productos textiles (SCIAN 3149, $CLQ_{3364 \rightarrow 3149} = 0.2$). Los valores del estadístico para cada rama muestran la probabilidad que tiene cada sector de localizarse en las cercanías de la IA, es decir, de formar parte del *cluster* aeroespacial en la entidad. En este sentido, el sector de diseño especializado cuenta con la mayor probabilidad, mientras que la menor le pertenece a la rama de confecciones textiles, con apenas 20% de probabilidad de tener a la IA como su vecino más próximo.

En comparación con los sectores que conforman las capacidades productivas del estado, no se encontraron patrones de co-localización para los sectores de maquinados de precisión (SCIAN 3327) y de procesos de conformación de placas de metal (SCIAN 3321), es decir que

la IA no se ha visto atraída por estos sectores en términos espaciales y, según se puede observar en las matrices de resultados por entidad, dichos sectores tampoco son atraídos a las cercanías de esta industria.

Por su parte, Querétaro cuenta con 31 unidades económicas pertenecientes al sector, lo que representa 11% del total nacional (ProMéxico, 2014). La presencia de la IA en la entidad se relaciona con 1) la existencia de capacidades productivas, tecnológicas y empresariales, principalmente de empresas fabricantes de partes y piezas metálicas, eléctricas y electrónicas, de la industria química, ensamble de productos y el reconocimiento de proveedores que cumplen con ciertas capacidades aún no utilizadas en la IA, pero capaces de integrarse a la cadena de proveeduría (proveedores de partes metálicas estampadas, maquinadas y fabricadas para la industria automotriz, sector consolidado en la entidad o pertenecientes a la industria electrodoméstica); 2) disponibilidad de capital humano calificado, con una matrícula de estudiantes en ingeniería aeronáutica y aeroespacial de 239 alumnos para el periodo 2011-2012, lo que sitúa a la entidad en el sexto lugar a nivel nacional (KPMG, 2012), concentrados en la Universidad Nacional Aeronáutica de Querétaro. Asimismo, destaca la presencia de importantes empresas pertenecientes a la industria, así como la existencia de instituciones de educación superior y centros de investigación (Villavicencio, Hernández y Souza, 2013, ProMéxico, 2013b, Casalet *et al.*, 2011).

Respecto a la infraestructura con la que cuenta la entidad, se destaca la existencia de un *clúster* aeroespacial en la ciudad de Querétaro, 3 385 kilómetros de carreteras que unen a la entidad con el Distrito Federal y el resto del país, así como un aeropuerto internacional en la capital del estado. A esto se suma la presencia de diversos centros de investigación, escuelas, institutos y universidades de soporte al sector (Villavicencio, Hernández y Souza, 2013).

En este sentido, y al considerar los resultados obtenidos a partir de la aplicación del estadístico CLQ , se observa una consistencia con base en las capacidades productivas de la entidad y los sectores que conforman el *clúster* aeroespacial. Estos resultados indican que la IA es atraída por: los sectores de servicios de apoyo a la educación (SCIAN 6117, $CLQ_{3364 \rightarrow 6117} = 14.4$), otras empresas pertenecientes a la misma industria (SCIAN 3364, $CLQ_{3364 \rightarrow 3364} = 5.4$), fabricantes de accesorios para instalaciones eléctricas (SCIAN 3359, $CLQ_{3364 \rightarrow 3359} = 2.5$, empresas productoras de adhesivos industriales (SCIAN 3256, $CLQ_{3364 \rightarrow 3256} = 0.4$) y empresas de fundición y laminación (SCIAN 3314, $CLQ_{3364 \rightarrow 3314} = 0.1$). Con base en los valores obtenidos por el estadístico, se considera con la mayor probabilidad de encontrarse de

manera no aleatoria en las cercanías de la IA a los servicios de apoyo a la educación, y con la menor probabilidad (10%) a los de fundición y laminación.

Por otra parte, en Chihuahua se encuentran localizadas 29 empresas pertenecientes a la IA y representan 10% del total nacional (ProMéxico, 2014). De entre estas empresas se destaca la presencia de cuatro fabricantes de equipos originales, *Original Equipment Manufacturer* (OEM, por sus siglas en inglés) y el predominio de fabricantes de materiales compuestos, laministería, aeroestructuras, forja, fundición y tratamientos secundarios (ProMéxico, 2013b). En el periodo 2011-2012 esta entidad contaba con una matrícula de estudiantes de ingeniería aeronáutica y aeroespacial de 655 alumnos, lo que representaba 18% del total nacional, ubicándose en el segundo lugar a nivel país, después del Distrito Federal (KPMG, 2012); los estudiantes se concentraron, principalmente, en la Universidad Politécnica de Chihuahua, Universidad Autónoma de Chihuahua y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Respecto a la infraestructura existente en la localidad, sobresale el *clúster* aeroespacial ubicado en la ciudad de Chihuahua, 14 710 kilómetros de carreteras que unen a la entidad con el resto del país y Estados Unidos, así como aeropuertos internacionales en las ciudades de Chihuahua y Ciudad Juárez.

De entre las capacidades destacadas para Chihuahua, relacionadas con la IA, se encuentran las actividades de fabricación de arneses y placas metálicas, botes de evacuación y tanques de gasolina para aeronaves, ensamblajes electrónicos, termógrafos, equipos de frecuencia de radio, sistemas de encendido de motores (*Boeing*) y partes de turbinas (estructuras, componentes estáticos, impulsores, navajas, engranes) (ProMéxico, 2012c; Carrillo y Hualde, 2013). Al observar los resultados obtenidos, mediante la utilización del estadístico *CLQ*, se corrobora la relación espacial de estos sectores con la IA, se adiciona únicamente a los servicios relacionados con el transporte aéreo y el de preparaciones para tocador.

Específicamente, mediante estos resultados, se observa que la IA es atraída espacialmente en la entidad por ella misma (SCIAN 3364, $CLQ_{3364 \rightarrow 3364} = 21.7$), por las empresas de servicios de transporte aéreo (SCIAN 4881, $CLQ_{3364 \rightarrow 4881} = 18.8$), fabricantes de adhesivos industriales (SCIAN 3256, $CLQ_{3364 \rightarrow 3256} = 13.4$), así como por fabricantes y ensambladores de computadoras y equipo periférico (SCIAN 3341, $CLQ_{3364 \rightarrow 3341} = 5.7$). Los valores que resultaron de la utilización del estadístico destacan la elevada probabilidad que tiene cada rama señalada para encontrarse localizada en las cercanías de la IA, todas ellas por encima de 2 ($CLQ > 2$).

Nuevo León, por su parte, es reconocido a nivel nacional como líder en manufactura avanzada, lo cual, aunado a su importante desarrollo industrial, disponibilidad de capital humano calificado (con una matrícula de 303 alumnos de ingeniería aeronáutica y aeroespacial para el periodo 2011-2012, concentrados en la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Universidad Politécnica de Apodaca) y ubicación geográfica, le ha favorecido en la instalación de empresas pertenecientes a la IA, en la actualidad cuenta con la presencia de 28 de ellas, lo que equivale a 10% del total nacional (ProMéxico, 2013b, 2014). En cuanto a la infraestructura disponible en la entidad, se encuentra el *clúster* aeroespacial de la ciudad de Monterrey, 7 488 kilómetros de carreteras que comunican a la entidad con el resto del país y Estados Unidos, así como un aeropuerto internacional localizado en el municipio de Apodaca; esto sin mencionar los diversos aglomerados industriales, ubicados principalmente en los municipios de Apodaca, Santa Catarina y Guadalupe.

Las capacidades productivas señaladas para esta entidad, relacionadas con el sector aeroespacial, son la fabricación de partes de motor (hélices y rotores), componentes del fuselaje, *avionics* (sistemas electrónicos), sub-ensamblados y proveeduría de materias primas (ProMéxico, 2013b). En este sentido, y con base en los resultados obtenidos con el estadístico *CLQ*, se observa coincidencia con las empresas pertenecientes a la IA, con los fabricantes de pinturas, de partes de vehículos automotores, de equipo electrónico y su reparación, así como de productos de cuero y plástico. No así con los sectores relacionados con los servicios de investigación, consultoría y educación y de diseño especializado.

En particular, los resultados indican que la IA es atraída especialmente por ella misma (SCIAN 3364, $CLQ_{3364 \rightarrow 3364} = 3.5$), empresas dedicadas a la fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos (SCIAN 3255, $CLQ_{3364 \rightarrow 3255} = 2.9$), diseño especializado (SCIAN 5414, $CLQ_{3364 \rightarrow 5414} = 2.2$), servicios de consultoría administrativa, científica y técnica (SCIAN 5416, $CLQ_{3364 \rightarrow 5416} = 2$), fabricación de partes para vehículos automotores (SCIAN 3363, $CLQ_{3364 \rightarrow 3363} = 2$), servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados (SCIAN 5415, $CLQ_{3364 \rightarrow 5415} = 1.9$), servicios de investigación científica y desarrollo (SCIAN 5417, $CLQ_{3364 \rightarrow 5417} = 1.7$), corporativos (SCIAN 5511, $CLQ_{3364 \rightarrow 5511} = 1.7$), reparación y mantenimiento de equipo electrónico y de equipo de precisión (SCIAN 8112, $CLQ_{3364 \rightarrow 8112} = 1.5$), fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos (SCIAN 3359, $CLQ_{3364 \rightarrow 3359} = 1.3$) y, en menor medida, con la industria de fabricación de otros productos de cuero, piel y mate-

riales sucedáneos (SCIAN 3169, $CLQ_{3364 \rightarrow 3169} = 0.4$), administración pública (SCIAN 9312, $CLQ_{3364 \rightarrow 9312} = 0.3$), escuelas de educación básica y media (SCIAN 6111, $CLQ_{3364 \rightarrow 6111} = 0.3$), servicios de apoyo a la educación (SCIAN 6117, $CLQ_{3364 \rightarrow 6117} = 0.2$) y fabricantes de productos de plástico (SCIAN 3261, $CLQ_{3364 \rightarrow 3261} = 0.1$). Mediante estos valores se entiende que el sector aeroespacial presenta en Nuevo León la mayor probabilidad de localizarse de forma no aleatoria como su propio vecino más cercano, mientras que los fabricantes de productos de plástico exhiben la menor, con solo 10 por ciento.

Es destacable también, que esta entidad cuenta con la mayor cantidad de sectores con patrones de co-localización respecto a la IA, no obstante, los valores obtenidos por el estadístico son de baja magnitud, ya que mientras Nuevo León tiene como valor máximo un $CLQ_{3364 \rightarrow 3364} = 3.51$, en otras entidades se pueden observar valores máximos superiores a $CLQ_{x \rightarrow y} > 10$; lo que tiene su explicación en la sensibilidad del estadístico utilizado y el número de ramas comprendidas en el patrón de co-localización.

Finalmente, en Sonora se encuentran instaladas 53 empresas pertenecientes a la IA, representan el 19% nacional (ProMéxico, 2014), lo que sitúa a la entidad en un segundo lugar a nivel nacional, después de Baja California. El auge de esta industria en Sonora se asocia con su experiencia previa en industrias relacionadas, tales como la electrónica, automotriz y de autopartes; así también su localización geográfica y disponibilidad de capital humano son factores que han favorecido la instalación de estas empresas (Contreras y Bracamonte, 2013). Respecto a su infraestructura sobresale un circuito de carreteras que une a la entidad con el resto del territorio nacional y con Estados Unidos; aeropuertos internacionales en Puerto Peñasco, San Luis Río Colorado, Guaymas, Nogales Hermosillo y Ciudad Obregón; puertos marítimos localizados en Guaymas y Yavaros; *clústers* aeroespaciales en las ciudades de Hermosillo, Guaymas y Ciudad Obregón; así mismo diversas instituciones educativas vinculadas a la IA, como la Universidad Tecnológica de Nogales, Conalep, Instituto Tecnológico de Nogales y el Instituto Tecnológico de Sonora, principalmente (Contreras y Bracamonte, 2013).

En relación con los resultados encontrados por el estadístico CLQ (cuadro 1), en Sonora, a diferencia del resto de las entidades analizadas, no se encontraron sectores con patrones de co-localización significativos respecto a la IA. Es decir, que dichos resultados indican que no existe evidencia estadística de que la industria aeroespacial se considere atraída espacialmente con otros sectores industriales ubicados en la región, presenta una distribución más aleatoriamente con res-

pecto a las otras entidades en el análisis. Esto es válido respecto al número de simulaciones y prueba del vecino más cercano utilizado en las pruebas. No obstante, se obtiene un nivel de significancia cuando se toma en cuenta no la prueba del vecino más cercano sino el tercero (orden 3), en relación con la industria de metales no ferrosos (SCIAN 3314, $CLQ_{3364 \rightarrow 3314} = 4.99$), lo que implica una atracción espacial de la IA respecto a este sector.

Es importante mencionar que, en el caso de Sonora, los factores señalados como relevantes para la localización de la IA corresponden, principalmente, al costo de la mano de obra y su disponibilidad, seguido por la cercanía de sus clientes y proveedores ubicados en Estados Unidos, infraestructura regional e incentivos fiscales (Contreras y Bracamonte, 2013). Esto se evidencia en la cantidad y calidad de vínculos que guardan dichas empresas con la economía local, pues tanto sus proveedores como sus principales clientes se encuentran instalados en Estados Unidos; adicionalmente, la mayoría de las empresas pertenecientes al sector no mantienen relación con las instituciones de educación superior de la entidad, y las que lo hacen desarrollan actividades complementarias como estudios de mercado, tecnológicos y asesorías, servicios especializados y prácticas profesionales (Contreras y Bracamonte, 2013).

5.1. *Vínculos industriales*

Una vez identificados los sectores localizados en las cercanías de la IA en las entidades mexicanas analizadas, se estudiarán los patrones de co-localización encontrados. En este sentido, el primer patrón observado resulta característico en la industria, el cual muestra como las unidades económicas del sector tienden a instalarse en torno a otras pertenecientes al mismo sector, lo que origina *clusters* aeroespaciales que concentran una o varias empresas integradoras, rodeadas de otras empresas que proveen componentes, sub-componentes y partes especializadas pertenecientes al mismo sector (cuadro 3). Este patrón de co-localización se observa en las entidades en las que se obtuvieron resultados mediante el estadístico CLQ .

A su vez, en términos generales y con base en los resultados del estadístico, este sector se relaciona en especial con algunos sectores fabricantes, de servicios y mantenimiento (cuadro 4). Específicamente, se puede observar su relación con la industria de metales no ferrosos, esto debido a la importancia que en el diseño y fabricación de los aviones tiene la reducción del peso, con el objeto de

atender temas de contaminación (ruido y consumo de combustible) y de infraestructura aeroportuaria relacionada con la longitud de la pista de aterrizaje. Con esta finalidad, la utilización de aluminio en su aleación con metales más ligeros, como el magnesio y materiales compuestos de fibra de carbono, ha permitido incrementar el tamaño del producto sin incidir en su peso, ejemplos de esto son los modelos *Boeing 787* y *Airbus 380* (Morán y Mayo, 2013).

Cuadro 3
SCIAN 3364: actividades realizadas

<i>Fabricación</i>			<i>Reconstrucción</i>
Motores de combustión interna para aeronaves	Estabilizadores para equipo aeroespacial	Bombas de motor para aeronaves	Estabilizadores para equipo aeroespacial
Motores de pistón para aeronaves	Estatorreactores para aeronaves	Aeroplanos	Avionetas
Motores de reacción para aeronaves	Frenos de aeronaves	Alas de aeronaves	Equipo aeroespacial
Planeadores	Frenos hidráulicos para aeronaves	Avionetas	Aeronaves
Pulsorreactores	Fuselajes de aeronaves	Aeronaves	Fuselajes de aeronaves
Rotores para aeronaves	Globos aéreos	Cohetes espaciales	Helicópteros
Sistemas de escape para aeronaves	Hélices de aeronaves	Cápsulas espaciales	Motores de aeronaves
Turbohélices	Helicópteros	Turborreactores	Turbinas de aeronaves
Trenes de aterrizaje para aeronaves	Juntas universales para aeronaves	Dirigibles aeroespaciales	

Cuadro 3
(continuación)

Turbinas de aeronaves	Misiles dirigibles	Equipo aeroespacial	
Tanques de combustible para aeronaves	Turbopropulsores	Cámaras de combustión para aeronaves	

Fuente: INEGI.

Cuadro 4
Ramas co-locadas con la IA

<i>Actividad</i>	<i>Rama</i>	<i>Descripción</i>
<i>Fabricación</i>	3149	Productos textiles (excepto prendas de vestir)
	3169	Productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
	3255	Pinturas, recubrimientos y adhesivos
	3256	Adhesivos industriales
	3261	Productos de plástico
	3341	Computadoras y equipo periférico
	3344	Componentes electrónicos
	3359	Otros equipos y accesorios eléctricos
	3363	Partes para vehículos automotores
<i>Servicios</i>	4881	Relacionados con el transporte aéreo
	5415	Diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados
	5416	Consultoría administrativa, científica y técnica
	5417	Investigación científica y desarrollo
	6117	De apoyo a la educación
	5414	Diseño especializado
<i>MRO</i>	8112	Equipo electrónico y de equipo de precisión
<i>Industrias</i>	3314	Metales no ferrosos (cobre, metales preciosos y otros)

Fuente: Datos propios.

También, con base en los resultados obtenidos, se observa una relación espacial de la industria con la manufactura electrónica, de telecomunicaciones y tecnologías de la información, lo que corresponde a su relación con la producción de componentes electrónicos (“*avionics*”) necesarios para el control del avión (Chu, Zhang y Jin, 2010); muchos de ellos ubicados en la cabina de los pilotos, en donde se requiere del desarrollo de ordenadores, *software*, monitores de video, indicadores de velocidad y altitud, horizonte artificial, sistemas de comunicaciones; además de la relación del sector con la producción de satélites de comunicaciones de nueva generación (Morán y Mayo, 2013).

Por su parte, la industria textil mantiene una relación estrecha con la producción en el sector aeroespacial debido a que la misma tiene una aplicación en el suelo, tapicerías y elementos textiles auxiliares para los aviones (cojines y mantas); mientras que los sectores de pinturas, recubrimientos y adhesivos tienen relación con las actividades de MRO. Por otro lado, los servicios de consultoría científica y técnica, la investigación científica y el desarrollo, así como el diseño especializado, coadyuvan en la evolución del diseño del producto, a fin de satisfacer requerimientos con base en el ahorro de combustible, restricciones ambientales, seguridad y mejoras que eleven su competitividad (Morán y Mayo, 2013).

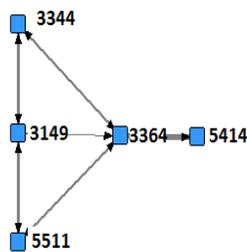
La relación espacial que mantienen estas ramas productivas colocadas con la IA (sectores relacionados espacialmente) se presentan en la figura 1, en forma de diagrama. Así, se puede observar, no solo la relación de la IA respecto de otros sectores, sino también la atracción espacial existente entre ellos. El sentido de las flechas señala la dirección del vínculo, en algunos casos unidireccional (SCIAN 3364 \rightarrow 4881) y en otros bidireccional (SCIAN 3364 \leftrightarrow 3256), mientras que su grosor representa la magnitud del valor obtenido como resultado del estadístico *CLQ*.

Según se observa en la figura, Nuevo León no solo cuenta con el mayor número de ramas relacionadas espacialmente a la IA (en relación con las otras entidades analizadas) sino que también, entre estas mismas, existe una compleja vinculación espacial, lo cual se relaciona con el desarrollo económico de la entidad y con su sistema industrial maduro. En Baja California, por su parte, vemos como los sectores fabricantes de componentes electrónicos (SCIAN 3344) y de corporativos (SCIAN 5511) relacionados a la IA, muestran una probabilidad bidireccional de instalarse en las cercanías del sector fabricante de productos textiles (SCIAN 3149); mientras que en Querétaro destaca un patrón similar desde la industria de metales no ferrosos

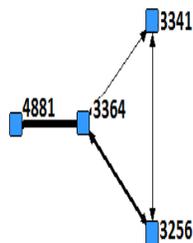
(SCIAN 3314) y los fabricantes de equipos y accesorios electrónicos (SCIAN 3359) hacia los fabricantes de adhesivos industriales (SCIAN 3256); finalmente, en Chihuahua este último sector muestra un patrón de co-localización bidireccional con los fabricantes de computadoras (SCIAN 3341).

Figura 1
Vínculos de localización intra-cluster por entidad

Baja California



Chihuahua



Querétaro

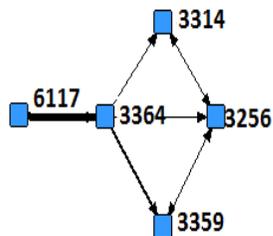
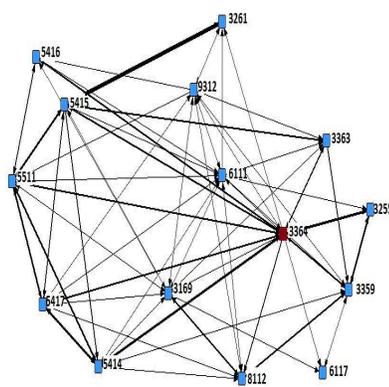


Figura 1
(continuación)

Nuevo León



Fuente: Elaboración con datos propios.

Esta relación espacial, principalmente con ramas de manufactura, se corresponde con el patrón productivo que a nivel nacional presenta la industria. Así, observamos que la manufactura (M) es la principal actividad realizada por el sector, donde destaca la fabricación de arneses y cables, componentes de motores, sistemas de aterrizaje, inyección de plásticos y molduras, sistemas de audio y video, aislamientos de fuselajes, composturas, intercambiadores de calor, maquinado de precisión, *software* de control de producción y conjuntos estructurales y electrónicos. A esta actividad le sigue en importancia el mantenimiento, reparación y revisión (MRO), especialmente de turbinas y motores, fuselajes, sistemas eléctricos y electrónicos, sistemas de aterrizaje, hélices y álabes, componentes dinámicos, cubrimientos, corrosión y protección, vestiduras y equipos para interiores, pruebas no destructivas, así como para unidades de potencia auxiliar. Para finalizar, y en menor medida, se encuentran las actividades de investigación y desarrollo (I+D) dirigidas hacia el área de aerodinámica, sistemas de control y calidad, instrumentación, pruebas no destructivas, simulación de vuelos, procesamiento de datos e imágenes, diseño de equipo y respecto a sistemas de información empresarial (cuadro 5) (FEMIA, 2012; ProMéxico, 2013b).

Cuadro 5
Actividades productivas de la IA por entidad
 (porcentaje)

Entidad	Número de empresas	Actividades				
		E+D	M	MI/E+D	M/MRO	MI/MRO /E+D
Baja California	76	0	59	0	5	0
Chihuahua	29	0	54	0	0	0
Nuevo León	28	0	39	0	4	0
Querétaro	31	0	53	0	9	0
Sonora	53	2	63	10	0	6

MI/MRO /I+D	M/I+D	MRO	MRO+D	I+D	I+D/M	SI
2	0	2	0	2	2	29
0	4	4	0	4	0	36
0	0	11	0	4	0	43
3	9	0	0	0	0	26
0	0	0	0	0	0	19

Notas: SI (sin información), D (diseño), E+D (ingeniería + desarrollo), M (manufactura), MRO (mantenimiento, reparación y revisión), R+D (investigación + desarrollo). Fuente: Elaboración propia con base en la información publicada en la matriz de capacidades, productos y procesos, ProMéxico, 2013a.

En este sentido, la estrategia productiva mexicana relativa al sector plantea como objetivo adquirir las capacidades suficientes para atender el ciclo completo de una aeronave, con la finalidad de que las exportaciones de la industria cuenten con un contenido nacional de 50% (ProMéxico, 2012a). Para ello se plantea superar la etapa de manufactura de ensamblajes simples, la fabricación de aeropartes, así como consolidar las capacidades industriales para, posteriormente, ser capaces de realizar manufactura de fuselajes y bienes más complejos; con el objeto de que a mediano plazo se efectúe el ensamble de aviones, su diseño y se desarrollen procesos de innovación (Báez, Zambrano y Villalobos, 2010).

6. Conclusiones y discusión final

Como se mencionó con anterioridad, esta investigación busca definir mediante técnicas propias del análisis estadístico espacial, patrones de co-localización productiva en torno a la industria aeroespacial, IA con la finalidad de determinar los sectores productivos ubicados en las cercanías de la misma, la existencia de un patrón de localización común y las posibles diferencias entre éstos de acuerdo con las capacidades productivas de la región relacionadas a la IA. Esta información es valiosa para poder especificar la actual conformación productiva (no aleatoria) de los principales *clusters* aeroespaciales del país, y así poder aportar insumos para la elaboración de política pública.

Con base en los resultados obtenidos a partir de la utilización del estadístico CLQ se descubrió un solo patrón de localización en las entidades analizadas, el cual es característico de la industria. Dicho patrón muestra la importante atracción espacial que exhibe el sector aeroespacial (SCIAN 3364) respecto de sí mismo, lo cual se relaciona con su sistema de producción basado en la segmentación. Adicionalmente, no se encontraron semejanzas relevantes en cuanto a localización espacial en las entidades analizadas, sin embargo, los sectores detectados con patrones de co-localización respecto de la IA en cada entidad, sí correspondieron mayormente con sus capacidades productivas.

Destaca en el análisis el caso de Nuevo León, ya que, a pesar de que no aparece en el plan nacional de vuelo de ProMéxico (2014) como una de las entidades más destacables en términos de esta industria (en cuanto a número de unidades económicas pertenecientes al sector en su territorio, empleos generados y valor de la producción derivada del mismo), tiene el mayor número de sectores productivos con patrones de co-localización, lo que se relaciona con su sistema industrial maduro. Así también, pero en sentido contrario, sobresale el caso de Sonora, entidad que, a pesar de tener el segundo lugar a nivel nacional en relación con el número de unidades económicas pertenecientes a la IA instaladas en su territorio, no muestra sectores productivos con patrones de colocación respecto a dicha industria, lo cual está relacionado con los incentivos iniciales (basados en cercanía geográfica con Estados Unidos y disponibilidad de capital humano) que tiene la industria para instalarse en este territorio.

No obstante las diferencias en las capacidades productivas presentes en las diferentes entidades analizadas, en términos generales los sectores co-localizados desarrollan actividades principalmente de fabricación y servicios, lo que se corrobora al analizar las diferentes actividades que realizan las empresas de la industria en estas regiones; sobresalen las actividades de manufactura (M) y mantenimien-

to, reparación y revisión (MRO). Se sabe, además, que este patrón no corresponde únicamente a las entidades analizadas, sino que se repite a nivel nacional.

Los resultados permiten dar cuenta de lo comentado en la literatura respecto a la relación de la IA con otras ubicadas en el país. Así bien, se puede observar, a diferencia de lo que se ha señalado, que no en todas las entidades la instalación de la IA se debe a la presencia de industrias consolidadas que realizan procesos compatibles a los requeridos por ésta (automotriz, electrónica, de plásticos, metalmecánica o de mantenimiento de maquinaria), sino que ha obedecido a diversos incentivos, como los señalados para el caso Sonora. También se corrobora la vinculación espacial de algunas de estas ramas con la IA, para el caso de algunas entidades; para finalizar, se da cuenta de la aparición de otras ramas no señaladas en la literatura que mantienen vínculos espaciales con la industria analizada.

Así pues, la información obtenida por el estadístico determina la probabilidad de que un sector productivo se encuentre como el vecino más cercano de la IA de manera no aleatoria, al detectar la existencia de patrones de co-localación, lo cual posibilita comprender la conformación de los principales *clusters* aeroespaciales del país. Se sabe que estas aglomeraciones industriales pueden haber surgido por motivos de costo de transporte y existencia de capital humano, generando vínculos verticales entre los diferentes actores de las ramas productivas detectadas como sus vecinos más cercanos. Los beneficios que pueden surgir a partir de la co-localación industrial se encuentran relacionados con el intercambio de información (frecuente y personal), la cual genera una base de conocimiento común que perpetúe la aglomeración detectada. Estos beneficios son importantes, no sólo en el ámbito privado, sino también para el desarrollo económico local; de ahí su importancia e implicación en la generación de acciones de política pública. Específicamente en el sector aeroespacial, la co-localación de diversos sectores productivos representa una característica que denota el grado de madurez de los *clusters* aeronáuticos y, por tanto, la probabilidad de que se presenten economías de aglomeración que conlleven beneficios en términos de la economía regional.

En este sentido, el presente análisis proporciona insumos para el diseño de una política de “*clustering*”. Con la finalidad de profundizar en ello deberá complementarse con un análisis de vínculos económicos de la industria (a nivel nacional y estatal) a través del estudio de la matriz insumo producto, y comprender así el grado de integración económica de las diversas ramas en la cadena productiva. Asimismo, para ampliar la comprensión del sector, realizar un análisis cualitativo

que permita comprender la dinámica de la industria y la factibilidad de integración de los productores nacionales.

En suma, los resultados obtenidos pueden emplearse como insumo en el diseño de estrategias de desarrollo industrial, al focalizar los esfuerzos de política industrial a nivel subnacional, en materia de atracción de inversión extranjera e innovación, entre otros esfuerzos dentro del ámbito del desarrollo económico regional. En la innovación, conformación y formalización de sistemas de innovación regional-sectorial, con base en la co-localización de industrias y otros actores (Cooke, 2002), como centros de investigación y universidades, pueden representar uno de los retos esenciales para incrementar la participación de la IA mexicana en la cadena de proveeduría.

Anexos

Cuadro A1
Ramas asociadas a la industria aeroespacial en México

<i>SCIAN</i>	<i>Descripción</i>
3149	Fabricación de otros productos textiles, excepto prendas de vestir
3169	Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
3255	Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos
3256	Fabricación de jabones, limpiadores y preparaciones de tocador
3261	Fabricación de productos de plástico
3262	Fabricación de productos de hule
3314	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio
3315	Moldeo por fundición de piezas metálicas
3321	Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados
3323	Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería
3327	Maquinado de piezas metálicas y fabricación de tornillos
3328	Recubrimientos y terminados metálicos
3329	Fabricación de otros productos metálicos
3332	Fabricación de maquinaria y equipo para las industrias manufactureras, excepto la metalmecánica

Cuadro A1
(*continuación*)

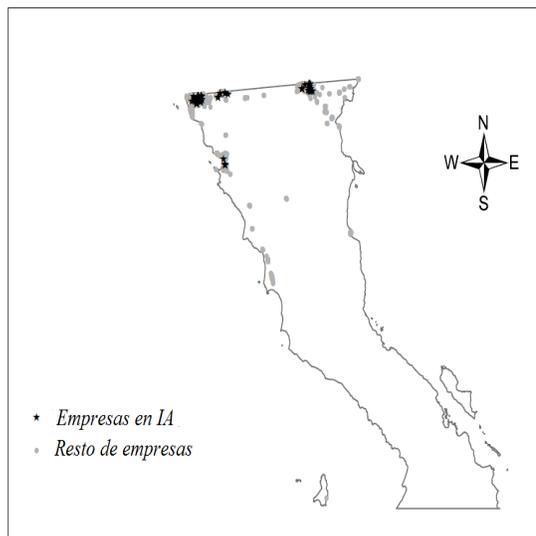
<i>SCIAN</i>	<i>Descripción</i>
3333	Fabricación de maquinaria y equipo para el comercio y los servicios
3335	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica
3336	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
3339	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general
3341	Fabricación de computadoras y equipo periférico
3342	Fabricación de equipo de comunicación
3343	Fabricación de equipo de audio y de video
3344	Fabricación de componentes electrónicos
3345	Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico
3352	Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico
3353	Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica
3359	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos
3363	Fabricación de partes para vehículos automotores
3364	Fabricación de equipo aeroespacial
3379	Fabricación de colchones, persianas y cortineros
3391	Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos
3399	Otras industrias manufactureras
4342	Comercio al por mayor de materias primas para la industria
4352	Comercio al por mayor de maquinaria y equipo para la industria
4354	Comercio al por mayor de mobiliario y equipo de cómputo y de oficina, y de otra maquinaria y equipo de uso general
4812	Transporte aéreo no regular
4881	Servicios relacionados con el transporte aéreo
5171	Operadores de servicios de telecomunicaciones alámbricas
5222	Instituciones financieras de fomento económico
5311	Alquiler sin intermediación de bienes raíces
5413	Servicios de arquitectura, ingeniería y actividades relacionadas

Cuadro A1
(continuación)

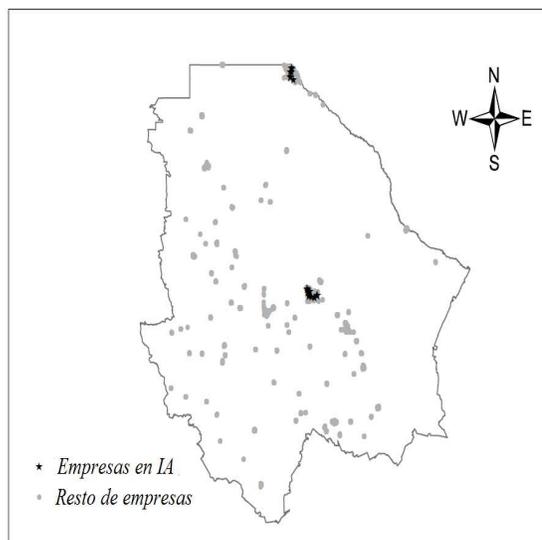
<i>SCIAN</i>	<i>Descripción</i>
5414	Diseño especializado
5415	Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados
5416	Servicios de consultoría administrativa, científica y técnica
5417	Servicios de investigación científica y desarrollo
5419	Otros servicios profesionales, científicos y técnicos
5511	Corporativos
5611	Servicios de administración de negocios
5615	Agencias de viajes y servicios de reservaciones
5616	Servicios de investigación, protección y seguridad
6111	Escuelas de educación básica, media y para necesidades especiales
6112	Escuelas de educación técnica superior
6113	Escuelas de educación superior
6116	Otros servicios educativos
6117	Servicios de apoyo a la educación
8112	Reparación y mantenimiento de equipo electrónico y de equipo de precisión
8113	Reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo agropecuario, industrial, comercial y de servicios
9312	Administración pública en general
9315	Regulación y fomento de actividades para mejorar y preservar el medio ambiente

Mapa A1
Vínculos de localización intra-cluster por entidad

Baja California

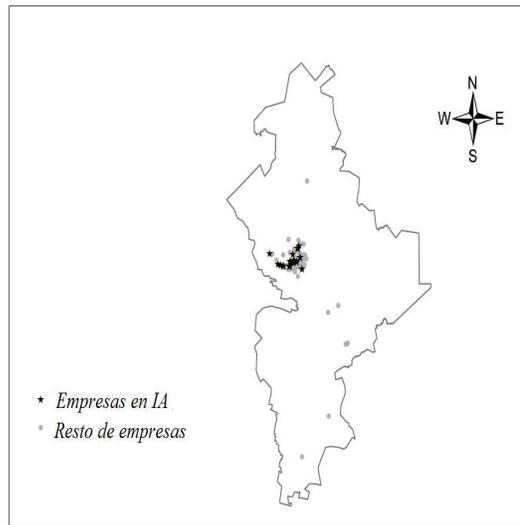


Chihuahua

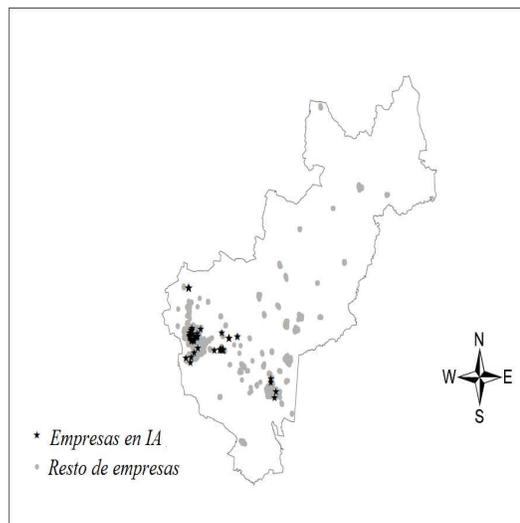


Mapa A1
(continuación)

Nuevo León

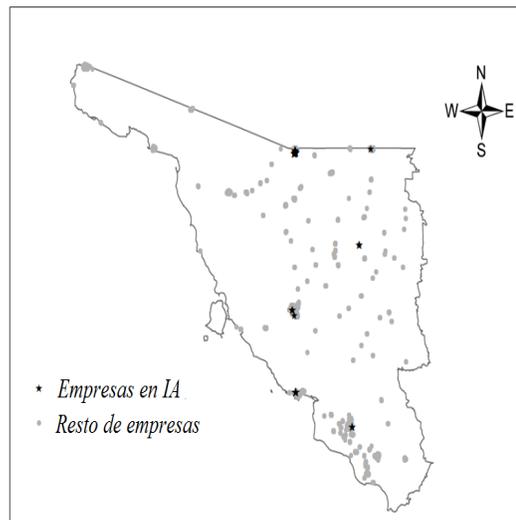


Querétaro



Mapa A1
(continuación)

Sonora



Referencias

- Báez, E., P. Zambrano y J. Villalobos. 2010. El centro de investigación e innovación en ingeniería aeronáutica y su relación con la industria del norte de México, <<www.unamonlinea.unam.mx/recurso/82903-el-centro-de-investigacion-e-innovacion-en-ingenieria-aeronautica-y-su-relacion-con-la-industria-de-america-del-norte>>.
- Batheld, H., A. Malmberg y P. Maskell. 2004. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation, *Progress in Human Geography*, 28(1): 31-56.
- Bédier, C., M. Vancauwenberghe y V.W. Sintern. 2008. *The growing role of emerging markets in aerospace*, McKinsey & Company.

- Blair, J. 1995. *Local economic development: Analysis and practice*, Londres, Sage.
- Blalock, G. y P. Gertler. 2008. Welfare gains from foreign direct investment through technology transfer to local suppliers, *Journal of International Economics*, 74(2): 402-421.
- Bunyaratavej, K., E. Hahn y J. Doh. 2008. Multinational investment and host country development: Location efficiencies for services offshoring, *Journal of World Business*, 43(2): 227-242.
- Carrillo, J. y A. Hualde. 2013. ¿Una maquiladora diferente? competencias laborales profesionales en la industria aeroespacial en Baja California, en M. Casalet (comp.), *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional*, México, FLACSO, pp. 163-197.
- Casalet, M. 2013. Actores y redes públicas y privadas en el desarrollo del sector aeroespacial internacional y nacional: el cluster de Querétaro, una oportunidad regional, en M. Casalet (comp.), *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional*, México, FLACSO, pp. 93-134.
- Casalet, M., E. Buenrostro, F. Stezano, R. Oliver y L. Abelenda. 2011. *Evolución y complejidad en el desarrollo de encadenamientos productivos en México. Los desafíos de la construcción del cluster aeroespacial en Querétaro*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Chu, B., H. Zhang y F. Jin. 2010. Identification and comparison of aircraft industry clusters in China and United States, *Chinese Geographical Science*, 20(5): 471-480, Doi: 10.1007/s11769-010-0421-5.
- Cliff, A.D. y J.K. Ord. 1981. *Spatial processes: Models and application*, Londres, Pion.
- Contreras, O. y A. Bracamonte. 2013. Capacidades de manufactura global en regiones emergentes. La industria aeroespacial en Sonora, en M. Casalet (comp.), *La industria aeroespacial: Complejidad productiva e institucional*, México, FLACSO, pp. 199-223.
- Cooke, P. 2002. Biotechnology clusters as regional, sectorial innovation systems, *International Regional Science Review*, 25(1): 8-37.
- Cressie, N.A.C. 1991. *Statistics for spatial data*, Nueva York, Wiley.
- Cromley, R.G., D.M. Hanink y G.C. Bentley. 2013. Geographically weighted colocation quotients: Specification and applications, *The Professional Geographer*, 20(10): 37-41, Doi: 10.1080/00330124.2013.768130.
- Dyer, J. 1996. Specialized supplier networks as a source of competitive advantage: Evidence from the auto industry, *Strategic Management Journal*, 17: 271-292.
- D&B. 2011. Aerospace: Regulatory & policy benchmarking, << www.dsir.gov.in/reports/isr1/Aerospace/8_7.pdf >>.
- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA). 2012. Pro-Aéreo 2012-2020, programa estratégico de la industria aeroespacial, << http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/PROAEREO-12-03-2012.pdf >>.
- Esposito, E. y R. Passaro. 1997. Material requirement planning and the supply chain at Alenia aircraft, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 3(1): 43-51.

- Feldman, M. 2003. The locational dynamics of the U.S. biotechnology industry: Knowledge externalities and the anchor hypothesis, *Industry and Innovation*, 10(3): 311-328.
- Flores, M. y A. Villarreal. 2014. Exploración de la geografía de la innovación en México por medio del análisis de datos espaciales, *El Trimestre Económico*, 81(2): 517-544.
- Fujita, M. 2007. Towards the new economic geography in the brain power society, *Regional Science and Urban Economics*, 37: 482-490, doi: 10.1016 / j. regsciurbeco .2007 .04.004
- y P. Krugman. 1995. When is the economy monocentric? Von Thünen and Chamberlin unified, *Regional Science and Urban Economics*, 25: 505-528.
- Giunipero, L. 1990. Motivating and monitoring Jit supplier performance, *Journal of Purchasing and Material Management*, 26(3): 19-25.
- Goffin, K., F. Lemke y M. Szwajkowski. 2006. An exploratory study of ‘close’ supplier-manufacturer relationships, *Journal of Operations Management*, 24: 189-209.
- Hahn, C., C. Watts y K. Kim. 1990. Supplier development program: A conceptual model, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 26(2): 2-7.
- Harris, C. 1954. The market as a factor in the localization of production, *Annals of the Association of American Geographers*, 44: 315-348.
- Hartley, J. y T. Choi. 1996. Supplier development: Customers as a catalyst of process change, *Business Horizons*, 39(4): 37-44.
- Humphrey, J. y H. Schmitz. 2000. Governance and upgrading: Linking industrial cluster and global value chain research, IDS Working Paper, núm. 120.
- Humphrey, J. y H. Schmitz. 2002. Developing country firms in the global economy: Governance and upgrading in global value chains, Duisburg: INEF-Report 61.
- ICF SH&E. 2012. Aerospace globalization 2.0: Implications for Canadian suppliers, Industry Conference and 17th Annual General Meeting-Toronto, OAC.
- Jiménez, A. 2013. México, fábrica de aviones, suplementos corporativos, M.M.G., Communications, Inc. <<www.aviaciononline.com/2010/02 /08/mexicofabrica-de-aviones/>>.
- Keesing, D. y S. Lall. 1992. Marketing manufactured exports from developing countries: Learning sequences and public support, en G. Helleiner (comp.), *Trade policy, industrialization and development*, Oxford: Oxford University Press, pp. 176-193.
- KPMG. 2014. Competitive alternatives, KPMD’s guide to international business location costs.
- Krause, D. 1997. Supplier development: Current practices and outcomes, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 33(2): 12-19.
- . 1999. The antecedents of buying firms’ efforts to improve suppliers, *Journal of Operations Management*, 17(2): 205-224.
- Krugman, P. 1980. Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade, *American Economic Review*, 70: 950-959.
- . 1991. Increasing returns and economic geography, *Journal of Political Economy*, 99: 483-499.

- y R. Livas. 1996. Trade policy and the third world metropolis, *Journal of Development Economics*, 49: 137-150.
- Krugman, P. y A. Venables. 1995. Globalization and the inequality of nations, *Quarterly Journal of Economics*, 110: 857-880.
- Leslie, T.F., C.L. Frankenfeld y M.A. Makara. 2012. The spatial food environment of the DC metropolitan area: Clustering, co-location, and categorical differentiation, *Applied Geography*, 35: 300-307, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.07.008>
- Leslie, T.F. y B. Kronenfeld. 2011. The colocation quotient: A new measure of spatial association between categorical subsets of points, *Geographical Analysis*, 43: 306-326.
- Li, S., B. Ragu-Nathan, T. Ragu-Nathan y S. Rao. 2006. The impact of supply chain management on competitive advantage and organizational performance, *Omega*, 34:107-124.
- Mayer, A. 2014. Supply chain metrics that matter: A focus on aerospace & defense. Using financial data from corporate annual reports to better understand the aerospace & defense industry, Supply Chain Insights, LLC.
- Martínez, J. 2011. The development of aerospace clusters in Mexico, tesis de doctorado, Université du Québec à Montréal.
- Marshall, A. 1920. *Principles of economics*, Macmillan, Londres, 8th. edición.
- Monczka, R., J. Trent y T. Callahan. 1993. Supply base strategies to maximize supplier performance, *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, 23(4): 42-54.
- Morán, C.A. y A. Mayo. 2013. La ingeniería en la industria aeroespacial. Estado del arte y prospectiva de la ingeniería en México y el mundo, Academia de Ingeniería de México y Conacyt.
- Niosi, J. y M. Zhegu. 2005. Aerospace clusters: Local or global knowledge spillovers? *Industry and Innovation*, 12(1): 1-25. doi: 10.1080/136627104200339049.
- Ó hUallacháin, B. y T.F. Leslie. 2013. Spatial pattern and order in sunbelt retailing: Shopping in Phoenix in the 21st Century, *The Professional Geographer*, 65(3): 396-420.
- Padilla-Pérez, R. 2008. A regional approach to study technology transfer through foreign direct investment: The electronics industry in two Mexican regions, *Research Policy*, 37: 849-860, doi:10.1016/j.respol.2008.03.003
- Piore, M. y C. Ruiz Durán. 1998. Industrial development as a learning process: Mexican manufacturing and the opening to trade, en M. Kagami, J. Humphrey y M. Piore (comps.) *Learning, liberalization and economic adjustment*, Tokyo, Institute of Developing Economies, pp. 191-241.
- Pred, A. 1966. *The spatial dynamics of US urban industrial growth*, Cambridge, MIT Press.
- ProMéxico. 2012a. Plan de vuelo. Industria aeroespacial de México, Mapa de ruta. Plan Nacional, <<www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/114/1/images/PlanVueloNacional_ES_V3.pdf>>.
- ProMéxico. 2012b. Plan de vuelo. Industria aeroespacial de México, Mapa de ruta. Baja California, <<www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/1983/1/images/MRT_Baja_California_2012_esp.pdf>>.

- ProMéxico. 2012c. Plan de vuelo. Industria aeroespacial de México, Mapa de Ruta. Chihuahua, <<www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/1983/1/images/MRT_Chihuahua_2012_esp.pdf>>.
- ProMéxico. 2013a. Matrix of capabilities, products and processes, <<www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/114/1/images/Mapa_Aeroespacial_2012_web%281%29.pdf>>.
- ProMéxico. 2013b. Plan nacional de vuelo. Industria aeroespacial mexicana, Mapa de ruta, <<www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/114/1/images/MRT-Aeroespacial-esp-2013.pdf>>.
- ProMéxico. 2014. Matrix of capabilities, products and processes, <<www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/Matrix-Capabilities-Aerospace.pdf>>.
- Schmitz, H. y P. Knorringa. 2000. Learning from global buyers, *Journal of Development Studies*, 37(2): 177-205.
- Secretaría de Economía (SE). 2012. Industria aeronáutica en México, <<www.economia.gob.mx/files/Monografia_Industria_Aeronautica.pdf >>.
- Stimson, R., R. Stough y B. Roberts. 2006. *Regional economic development: Analysis and planning strategy*, Berlin, Springer.
- UNCTAD. 2011. *Foreign direct investment, the transfer and diffusion of technology, and sustainable development*, United Nations, Génova.
- Vallejos, R. 2008. Assessing the association between two spatial or temporal sequences, *Journal of Applied Statistics*, 35: 1323-1343.
- Venables, A. 1996. Equilibrium locations of vertically linked industries, *International Economic Review*, 37(2): 341-359.
- Vickery, S., J. Jayaram, C. Droge y R. Calantone. 2003. The effects of an integrative supply chain strategy on customer service and financial performance: An analysis of direct versus indirect relationships, *Journal of Operations Management*, 21(5): 523-539.
- Villarreal, A. y M. Flores. 2015. Identificación de *clusters* espaciales y su especialización económica en el sector de innovación, *Región y Sociedad*, 27(62): 117-147.
- Villavicencio, D., J. Hernández y L. Souza. 2013. Capacidades y oportunidades para el desarrollo de la industria aeronáutica en Querétaro, en M. Casalet (comp.). *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional*, México, FLACSO, pp. 49-91.
- Williamson, O. 1979. Transaction-cost economics: The governance of contractual relations, *Journal of Law and Economics*, 22(2): 233-261.