



EL COLEGIO DE MÉXICO

CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS URBANOS Y AMBIENTALES

**LA INDUSTRIA AEROESPACIAL EN MÉXICO: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA
Y EXPLORACIÓN DE SUS FACTORES DE LOCALIZACIÓN**

**Tesis presentada por:
Cecilia Guadalupe Castro Silva**

**Para optar por el grado de
MAESTRO EN ESTUDIOS URBANOS
Promoción 2017-2019**

**Directores de Tesis
Dra. Alejandra Berenice Trejo Nieto
Dr. Amado Villarreal González**

**Lector
Dr. Miguel Alejandro Flores Segovia**

Ciudad de México, 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradecer es un acto de humildad, gesto fundamental en el ejercicio de investigación. Es a la Fundación Sasakawa a quien quiero agradecer en primera instancia por el apoyo que me brindaron durante los dos años de la maestría, apoyo que fue indispensable para completar la meta. Además, agradezco todas las facilidades que recibí de su parte para realizar la estancia de investigación que nutrió este trabajo de investigación.

Quiero agradecer también a El Colegio de México por darme la oportunidad de estudiar una maestría en sus aulas, con sus profesores y con toda la experiencia académica e institucional que representa “El Colegio” en nuestro país.

Agradezco a la Dra. Alejandra Trejo por su paciencia, por esas horas que a la distancia dedicó para la revisión y comentarios a esta tesis. Agradezco la oportunidad que me brindó de conocer la bella labor del investigador como un ciclo en el que es necesario hacer, reflexionar, criticar y replantear. Agradezco al Dr. Amado Villarreal por su atinada dirección en el planteamiento y desarrollo de la investigación y agradezco al Dr. Miguel Flores por los comentarios que coadyuvaron en la realización de la tesis.

El seminario de investigación dirigido por la Dra. Negrete y por el Dr. Sobrino e integrado por algunos de mis compañeros de maestría es otro espacio al que quiero agradecer; porque justo ahí surgieron las ideas, con base en comentarios muy críticos, pero a la vez muy certeros, que orientaron esta tesis.

Finalmente agradezco a todas las personas que me acompañaron en este camino de tesista, quienes soportaron mis momentos de angustia y desesperación. Gracias a Don Fernando y a Doña Luz por acompañarme desde arriba. Gracias a mis padres Minerva y Luis y a mis hermanos Mariana, Luis Alejandro y Esteban por ser el motor de mi vida. Gracias a Daniel Ramos por convertirse en consejero, terapeuta y cómplice, por acompañarme y por alentarme en todo momento.

Esta tesis está dedicada a todos ustedes y a todos los mexicanos que a diario salen a trabajar para hacer posible la educación pública en este país.

CONTENIDO

RESUMEN	10
Introducción	11
Planteamiento del problema de investigación	12
Justificación de la investigación	14
Objetivos, preguntas e hipótesis de la investigación	16
Preguntas de investigación	16
Hipótesis	16
Motivos, alcances y delimitación espacio temporal de la investigación	17
Propuesta metodológica	17
Estructura y contenidos de la tesis	18
Capítulo 1. Marco teórico-metodológico	19
1.1 Teorías tradicionales de localización económica	20
1.1.1 La Nueva Geografía Económica	23
1.1.2. La aglomeración y la concentración desde la NGE	27
1.1.3 Estudios empíricos sobre localización y aglomeración de las actividades económicas	31
1.1.4 La literatura sobre la Industria Aeroespacial	34
1.2. Diseño metodológico	38
Conclusiones	42
Capítulo 2. Características de la Industria Aeroespacial	44
2.1 La Industria Aeroespacial internacional	44
2.1.1 La cadena global de valor de la Industria Aeroespacial	48
2.1.2 La política internacional de desarrollo para la Industria Aeroespacial	51
2.2 La Industria Aeroespacial en México	55
2.2.1 México en la cadena global de valor de la Industria Aeroespacial	58
2.2.2 La política de desarrollo de la Industria Aeroespacial en México	60
Conclusiones	64
Capítulo 3. Análisis de la distribución geográfica de la Industria Aeroespacial en México	66
3.1 Análisis de localización y concentración espacial de la Industria Aeroespacial en México	66
3.1.1 Fuentes de información	66
3.1.2 Herramientas de análisis	69
3.2 Distribución geográfica de la Industria Aeroespacial	72
3.3.1 Características de los clústers geográficos aeroespaciales en México	86
Conclusiones	101

Capítulo 4. Análisis de los factores de localización de la Industria Aeroespacial en México	103
4.1 Los factores de localización de la Industria Aeroespacial	103
4.1.1 Diseño metodológico	105
4.2 Resultados del cuestionario	106
4.2.1 Características generales de las empresas	106
4.2.2 Características del producto	107
4.3 Resultados de las entrevistas	114
4.3.1 Empresa “A” ubicada en el clúster aeroespacial de Baja California	114
4.3.2 Empresa “B” ubicada en el clúster aeroespacial de Chihuahua	116
4.3.3 Empresa “C” ubicada en el clúster aeroespacial Querétaro	119
4.3.4 Empresa “D” en el clúster aeroespacial de Sonora	121
Conclusiones	125
CONSIDERACIONES FINALES	127
Anexos	132
Bibliografía	137

Índice de cuadros

Cuadro 2.1 Niveles de la cadena de valor de la Industria Aeroespacial	50
Cuadro 2.2 Variables de los Censos Económicos para la fabricación de equipo aeroespacial	54
Cuadro 2.3 Productos Aeroespaciales Manufacturados por México	59
Cuadro 2.4 Estrategias y líneas de acción de la política de desarrollo de la Industria Aeroespacial en México	61
Cuadro 3.1 Imputación y clasificación del empleo	67
Cuadro 3.2 Municipios y participación del empleo en 2010, 2014 y 2018	73
Cuadro 3.3 Municipios y participación de las unidades económicas en 2010, 2014 y 2018	74
Cuadro 3.4 Índices Herfindhal de 2010, 2014, 2018	78
Cuadro 3.5 Índice del vecino más cercano, 2010	84
Cuadro 3.6 Índice del vecino más cercano, 2014	84
Cuadro 3.7 Índice del vecino más cercano, 2018	84
Cuadro 3.8 Clasificación de las empresas aeroespaciales por tipo de actividad en 2018	86
Cuadro 3.9 Municipios y unidades económicas del clúster aeroespacial Baja California, 2018	87
Cuadro 3.10 Tipo de actividad y unidades económicas del clúster aeroespacial Baja California, 2018	88
Cuadro 3.11 Tipo de actividad y unidades económicas del clúster aeroespacial Chihuahua, 2018	89
Cuadro 3.12 Municipios y unidades económicas del clúster aeroespacial Sonora, 2018	91
Cuadro 3.13 Tipo de actividad y unidades económicas del clúster aeroespacial Sonora, 2018	91
Cuadro 3.14 Municipios y unidades económicas del clúster aeroespacial Querétaro, 2018	92
Cuadro 3.15 Tipo de actividad y unidades económicas del clúster aeroespacial Querétaro, 2018	92
Cuadro 3.16 Clústers geográficos de la IA en México, 2018	93
Cuadro 3.17 Subsectores con los que se relaciona geográficamente la IA	95
Cuadro 3.18 Encadenamientos hacia atrás de la IA en México de acuerdo con la MIP	96

Cuadro 3.19 Encadenamientos hacia delante de la IA en México de acuerdo con la MIP	98
Cuadro 3.20 Demanda Final de la Industria Aeroespacial y otras industrias	100
Cuadro 4.1 Principales productos e insumos de la Industria Aeroespacial en México	107
Cuadro 4.2 Clasificación de los factores de localización de acuerdo con los resultados del cuestionario	110
Cuadro 4.3 Clasificación de los factores de localización en relación con los municipios	111

Índice de figuras

Figura 1.1 Síntesis de los elementos principales de las teorías tradicionales de localización económica	22
Figura 1.2. Elementos principales de la Nueva Geografía Económica	27
Figura 1.3. Herramientas analíticas para el análisis cuantitativo	41
Figura 1.4. Diseño metodológico (conceptos, herramientas analíticas y fuentes)	42
Figura 2.1. Actividad global del sector espacial	49
Figura 2.2. Elementos de la política internacional de desarrollo de la Industria Aeroespacial	54
Figura 2.3. Los productos que fabrica la Industria Aeroespacial en México	59
Figura 2.4. Pilares de la estrategia nacional de desarrollo de la Industria Aeroespacial en México	62

Índice de gráficas

Gráfica 2.1. Ingresos por ventas totales de la producción aeroespacial	46
Gráfica 2.2. PIB del sector manufacturero a precios del 2013	57
Gráfica 2.3 Tasas de crecimiento de la PBT aeroespacial	57
Gráfica 4.1 Localización del proveedor principal	108
Gráfica 4.2 Localización del cliente principal	108
Gráfica 4.3 Características de los trabajadores locales que son importantes para las empresas aeroespaciales	109

Índice de mapas

Mapa 3.1 Clasificación de las empresas aeroespaciales por Personal Ocupado, 2010	76
Mapa 3.2 Clasificación de las empresas aeroespaciales por Personal Ocupado 2014	77
Mapa 3.3 Clasificación de las empresas aeroespaciales por Personal Ocupado 2018	77
Mapa 3.4 Densidad de Kernel de las unidades económicas de la IA 2010	79
Mapa 3.5 Densidad de Kernel ponderando por el empleo en México, 2010	80
Mapa 3.6 Densidad de Kernel de las unidades económicas de la IA 2014	80
Mapa 3.7 Densidad de Kernel ponderando por el empleo en México, 2010	81
Mapa 3.8 Densidad de Kernel de las unidades económicas de la IA 2018	81
Mapa 3.9 Densidad de Kernel ponderando por el empleo en México, 2018	82
Mapa 3.10 Clúster aeroespacial de Baja California 2018	87
Mapa 3.11 Clúster aeroespacial de Chihuahua 2018	88
Mapa 3.12 Clúster aeroespacial de Sonora 2018	90
Mapa 3.13 Clúster aeroespacial de Querétaro 2018	91
Mapa 3.14 Empresas relacionadas con el sector aeroespacial en 2018	94

RESUMEN

La Industria Aeroespacial (IA) se ha caracterizado por su relevante importancia para el desarrollo comercial y económico. Esta industria que a escala internacional se dedica a la fabricación de aviones de carga, de pasajeros y armamento bélico ha encontrado en México condiciones favorables para su localización. Solo algunas ciudades mexicanas pueden ofrecer los factores locacionales que la industria considera relevantes. Este fenómeno que se conoce como aglomeración industrial articula una estructura productiva que resulta importante analizar desde los estudios urbanos.

Este trabajo identifica la distribución geográfica de la IA en México y sus principales factores de localización. Se realiza un análisis espacial que cubre el periodo 2010 a 2018 con datos georreferenciados de las empresas de fabricación de equipo aeroespacial proporcionados por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas de INEGI para identificar el conjunto de ciudades donde se localiza la industria. Las herramientas estadísticas utilizadas son el índice de concentración de Herfindhal, la densidad de Kernel y el índice de vecino más cercano. Se analizan de forma somera los encadenamientos productivos de la IA mediante la revisión de los coeficientes técnicos de la Matriz de Insumo Producto (MIP). Además, mediante un cuestionario y entrevistas se exploran los principales factores de localización de la IA en México.

Con los resultados del análisis espacial se identifica que la IA en México se localiza en clústers geográficos en la parte Norte y Centro del país. Los resultados del análisis de la MIP indican que los encadenamientos de la IA en el país son muy débiles ya que un gran porcentaje de los insumos se compra en el extranjero y casi la totalidad de la producción aeroespacial se exporta. El cuestionario y las entrevistas ofrecen una descripción de los posibles factores de localización y permiten dar cuenta de que más del 50% de las empresas localizadas en México son filiales de la IA norteamericana. De acuerdo con estos resultados entre los factores que destacan para la localización de la IA en ciudades mexicanas son: la existencia de otros sectores productivos, el bajo costo de la mano de obra y la participación del gobierno para atraer Inversión Extranjera Directa mediante incentivos para la localización.

“Nunca dudes que un pequeño grupo de ciudadanos reflexivos y comprometidos pueden cambiar el mundo; de hecho, es lo único que lo hace”

Margaret Mead
(*UCLA Luskin School of Public Affairs*)

Introducción

En las últimas tres décadas el mundo ha vivido un proceso de globalización que ha trastocado distintas esferas de la vida económica, entre ellas la de la producción. Como parte de este proceso, distintas industrias incrementaron su capacidad de vencer barreras geográficas y han podido trasladar segmentos o la totalidad de sus procesos de producción hacia diversos países en busca de mayores beneficios. La Industria Aeroespacial (IA) es un claro ejemplo de esta dinámica. La IA se compone de la producción aeronáutica (productos y servicios comerciales “aviación comercial”) y la producción de equipo espacial (aviación militar y espacial).

Durante el periodo que transcurrió después de la post guerra, la IA conservó con gran recelo los avances tecnológicos que habían desarrollado los países pioneros en la industria – Estados Unidos y Rusia –, pero con el viraje hacia la globalización la IA ha trasladado partes del proceso productivo a nuevas regiones y países del mundo. Sin embargo, los estándares de calidad del producto y la protección de la propiedad intelectual siguen siendo una premisa para que el proceso de fabricación fuera de los lugares de origen pueda suscitarse (Hualde y Carrillo, 2012; San Antonio, 2002).

La relocalización global de los procesos productivos de la IA ha sido resultado de la apertura comercial y de cambios en los procesos productivos. El cambio del fordismo norteamericano al toyotismo japonés ha permitido la homologación de la producción global, lo que hace posible la relocalización de la producción alrededor del mundo para abaratar costos de producción (Juárez, 2005). La homologación de la producción a escala global hace referencia a la estandarización de los procesos productivos para que pueda fabricarse la turbina de un avión en cualquier parte del mundo con los parámetros de calidad deseados.

Es necesario mencionar que los planes de relocalización de la IA a escala global no serían posibles si la industria no tuviera un panorama alentador en el escenario internacional. El peso de la aviación comercial reside en “La demanda de aviones comerciales, que

representa el componente más grande de la industria aeroespacial, derivada de la demanda de viajes aéreos a nivel mundial, influida por el crecimiento mundial del PIB, el comercio y el incremento en la riqueza per cápita” (Whyet y Kernan, 2017: 4).

El acelerado crecimiento de las ciudades propicia la necesidad de mantenerlas conectadas con el resto del mundo. Con el desarrollo de la globalización los mercados mundiales pueden encontrarse cada vez más distantes. Pero el desarrollo tecnológico ha logrado vencer las distancias. Las conexiones económicas y comerciales que antes solo podían suscitarse entre ciudades cercanas han quedado superadas. El avión se ha vuelto el transporte por excelencia para cubrir esta necesidad.

Por ello, se pronostica que para el 2032 la flota de aviones de pasajeros y de carga aumente a más del doble. Este incremento en la demanda augura un acelerado crecimiento para la producción de aeronaves alrededor del mundo. En este sentido, la industria aeroespacial enfrentará un reto: cubrir la demanda, pero con gran desarrollo tecnológico para que los productos cumplan con la capacidad y eficiencia requerida. El objetivo de la industria es que las aeronaves sean financieramente asequibles y su impacto sobre el medioambiente sea menor (Hernández et al, 2015). La conjunción de los elementos citados –relocalización de la IA y el incremento de la demanda por aviones – hace posible que los países emergentes se inserten en la cadena de valor global de la IA, como es el caso de Brasil y México.

Planteamiento del problema de investigación

En México se registra la presencia de empresas de la IA desde finales de los años sesenta. Sin embargo, a partir de 2007, comenzó a establecerse un mayor número de unidades económicas de la IA, luego de la firma del Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (BASA por sus siglas en inglés) con Estados Unidos, mismo que fue pactado por la Secretaría de comunicaciones y transportes en el año 2007. Desde entonces la presencia de la industria en el país ha ido en gradual aumento.

El mencionado acuerdo consiste en asegurar los estándares de producción mediante la certificación de productos aeronáuticos, partes y componentes, mantenimiento, operaciones de vuelo y certificaciones ambientales. Las empresas que participen en la fabricación de equipo aeroespacial deben contar con las certificaciones pertinentes para poder

integrarse a la cadena global de la IA. Según el Centro de Integración para la Industria Automotriz y Aeronáutica de Sonora, A.C (CIIAAS) el BASA representa la condición de despegue de la industria aeronáutica en México, ya que el mercado objetivo es Estados Unidos y esto significa satisfacer los estándares y reglamentaciones de la FAA (Federal Aviation Administration) (Whyet y Kernan, 2017).

Por otro lado, los datos de los Censos Económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) muestran con claridad la expansión de la IA en México. Para 2009 se registraron en el Censo 43 unidades dedicadas a la fabricación de equipo aeroespacial, para 2014 se tenía la presencia de 94 unidades económicas, lo que significa un aumento de más del 50% en el periodo que transcurrió entre los años censales.

A pesar de que la IA tiene presencia en el país desde los años sesenta, del 2007 a la fecha se registra una mayor cantidad de empresas, por lo que el pronóstico nacional a corto plazo es positivo, ya que hay un “notable crecimiento de esta industria en términos de exportaciones y empleo, en un contexto de un muy bajo crecimiento de la economía... y presenta un nivel alto de ocupación de fuerza de trabajo calificada, mayor que el promedio” (Brown-Grossman y Domínguez, 2013: 137).

El plan de Orbita 2015 señala que: “México se ha consolidado como uno de los líderes globales en el sector aeroespacial. Compañías importantes, como Bombardier, Grupo Safran, General Electric (GE), Honeywell y Eurocopter, han encontrado en el país las condiciones para desarrollar centros de diseño e ingeniería, laboratorios y líneas de producción” (Roch, 2017: 36)

La cita anterior evidencia la importante presencia que tiene la IA en México, pero en qué ciudades y regiones del país se encuentra localizada la industria es una de las inquietudes que motiva esta investigación. Esta industria es importante porque sus procesos productivos incorporan innovadores desarrollos tecnológicos (Casalet, 2013). Además, de acuerdo con Niosi y Zhegu (2005) esta industria, a escala internacional, ha formado importantes clústers, en distintas ciudades del mundo. En este sentido, Feldman (2002) considera que la cercanía entre empresas que brindan los clústers aeroespaciales crea una cadena de suministros en la que es posible compartir información e intercambiar tecnología. Con esta dinámica de agrupación de la IA se fortalecen las economías de aglomeración.

Es relevante investigar la localización de la IA en México para distinguir los factores que ofrecen las ciudades en las que se ubica. El tema de la localización económica guarda una importante relación con el desarrollo económico urbano. Existe una amplia discusión sobre la relación causal entre el desarrollo urbano y económico ya que no es sencillo determinar cuál de estos es a priori. Storper (2013) señala que es la base económica la que debe verse como el origen de los procesos de crecimiento urbano y regional. Es decir, la concentración de una actividad económica puede derivar en economías de aglomeración que surgen por los beneficios que las empresas encuentran al localizarse de manera contigua y éstas pueden llevar a consolidar economías de urbanización. A este fenómeno se le conoce como causación acumulativa que es la existencia de infraestructura instalada en las ciudades, la cual es aprovechada para alcanzar nuevos niveles de desarrollo, lo que funciona como catapulta para nuevas inversiones. La concentración espacial de las industrias propicia que pocas ciudades puedan elevar su nivel de vida al participar en el crecimiento económico que produce dicha concentración. Estas ciudades ofrecen ciertas amenidades que son atractivas para las industrias.

Si bien esta tesis no trata la cuestión del efecto de la IA sobre el desarrollo de las ciudades donde se localiza, el fenómeno de la localización de la IA en México merece ser estudiado para ir más a fondo y preguntarse no solo cuáles son las ciudades en las que se instala la IA, sino también qué beneficios ofrecen a la industria para tomar la decisión de ubicarse ahí. La respuesta a estas preguntas permitiría dar cuenta de los motivos por los cuales la IA se localiza en determinadas ciudades mexicanas y conocer si es posible ejercer algún efecto desde la política pública para atraer a la industria y disfrutar de los beneficios locales de su instalación.

Justificación de la investigación

Su importante dinamismo y centralidad vuelven atractiva a la IA en México para realizar estudios acerca de su comportamiento en el territorio, de sus decisiones de localización y sus interconexiones con otras industrias.

La importancia de un estudio de localización de la IA en el enfoque de los estudios urbanos representa un acercamiento a la organización económico-espacial en el territorio

nacional de una industria en franca expansión a partir de la dinámica que emana de la industrialización en un contexto de apertura comercial.

Estudiar la localización de una industria individual es pertinente para observar los factores específicos que la atraen para localizarse en un determinado espacio geográfico. Podría parecer un ejercicio complicado, más aún si se toma en cuenta la presencia reciente de la IA en el país, lo que significa que el histórico de datos al alcance es mucho menor en comparación con otras industrias. Sin embargo, es relevante estudiar a la IA por dos razones: 1) porque hay pocos estudios sobre su localización y 2) por la necesidad entender qué factores influyen en las decisiones de localización de las empresas del sector.

Se han planteado múltiples estudios de localización espacial como el que aquí se plantea, por ejemplo, para la Industria Automotriz en México, que por su importante papel en la economía nacional ha sido con frecuencia objeto de estudio de numerosas investigaciones. La IA, por su parte, por su presencia reciente en los países emergentes ha sido menos estudiada. Existen trabajos como Hualde y Carrillo (2007), Juárez (2008), Casalet (2013) y Villarreal et al. (2016a) que tratan sobre la IA en Baja California, la economía política de la IA, las capacidades productivas de la IA en México y los patrones de co-localización de la IA, respectivamente. Es pertinente retomar estas aportaciones en un contexto territorial que permita ver cómo la presencia de una industria se establece a partir de las condiciones que ofrecen las ciudades para el adecuado funcionamiento de las empresas del sector.

Es necesario mencionar que a partir del trabajo de los patrones de co-localización de Villarreal et al. (2016a) se retoman también, para plantear la hipótesis, los factores que de acuerdo con ellos propician encadenamientos de la IA con otras industrias. En este sentido, este trabajo de investigación complementa el análisis de Villarreal et al (2016a) donde se realiza un análisis espacial a escala estatal de los encadenamientos productivos de la IA en el país. La contribución fundamental de esta tesis es generar conocimiento sobre las ciudades mexicanas donde se encuentra la concentración de la IA e identificar los principales factores de atracción que ofrecen estas ciudades.

Objetivos, preguntas e hipótesis de la investigación

El objetivo general es identificar la distribución geográfica de la IA en México, su concentración espacial e indagar sobre los factores que determinan su localización en las distintas ciudades.

Para lograr el objetivo general de la investigación se requiere de la realización de una serie de objetivos específicos:

- Identificar la localización de las unidades económicas de la IA en las ciudades mexicanas.
- Identificar si la IA está concentrada o dispersa y conocer cómo su concentración geográfica ha cambiado en el tiempo.
- Identificar los distintos factores de localización de la IA en las ciudades.

Enseguida se enuncian estos objetivos en forma de preguntas para guiar la investigación.

Preguntas de investigación

Las preguntas que se intentan responder mediante la investigación son las siguientes:

¿Cuál es la concentración geográfica de la IA en México?

¿Cuáles son las ciudades donde se localiza la IA en México?

¿Qué factores influyen en la localización de la IA en determinadas ciudades del país?

Hipótesis

La hipótesis principal de esta investigación plantea que la IA en México se concentra en pocas ciudades que cuentan con características específicas las cuales propician que las empresas de la IA conformen clústers geográficos. Los principales factores de localización de la IA en México se relacionan con la cercanía geográfica con otras industrias con las que comparte insumos para la producción como la mano de obra con habilidades técnicas a partir de la cual se generan ciertos spillovers de conocimientos que propician innovaciones en los procesos productivos de la IA. Además, la cercanía con los mercados internacionales

(proveedores y clientes), la infraestructura ferroviaria y carretera, así como los apoyos e incentivos gubernamentales tales como la exención de impuestos y la donación de terrenos representan otros factores relevantes para la localización de la IA en México.

Motivos, alcances y delimitación espacio temporal de la investigación

Los motivos que impulsan esta investigación surgen del interés académico de aportar a los estudios de localización industrial por su importancia en el proceso de desarrollo económico urbano. La localización industrial es parte fundamental del desarrollo de las economías urbanas. La presencia de actividades económicas permite que se consoliden y se creen redes comerciales y económicas. Este proceso refuerza la concentración de infraestructura, mano de obra y servicios públicos en las ciudades. Aunque no sería posible analizar los efectos que tiene la presencia de la IA en las ciudades mexicanas, si es posible analizar los atractivos que estas ciudades ofrecen para la localización de la IA. Por ello se analiza la distribución geográfica de la industria a nivel de ciudades y se indaga sobre los factores que determinan su localización y concentración en determinados centros urbanos.

La delimitación temporal comprende los años 2010, 2014 y 2018 que son para los que se registran datos georreferenciados de la IA en México que permiten realizar un análisis de su localización.

Propuesta metodológica

La propuesta metodológica para responder a las preguntas que guían la investigación se divide en dos partes:

- 1) La primera parte del análisis se distingue por ser de corte cuantitativo. Se utilizan los datos georreferenciados del DENUE de INEGI para identificar la localización de las unidades económicas de la IA en las distintas ciudades del país. Se utilizan herramientas como el índice de concentración Herfindhal, el índice del vecino más cercano y la densidad de Kernel para determinar la concentración geográfica de la IA en el territorio nacional.

- 2) La segunda parte del análisis es de corte cualitativo. Para explorar los factores de localización de la IA en el país se elaboró y aplicó un cuestionario en línea a empresas de la IA localizadas en el país. El objetivo fue identificar, mediante las respuestas, los principales factores que motivaron la localización de las empresas. Además, se realizaron entrevistas a CEO's y directivos de algunas empresas de la IA en México para profundizar en el tema de los factores locacionales.

Estructura y contenidos de la tesis

El desarrollo de la tesis se plantea con la siguiente estructura: se presenta un primer capítulo teórico-metodológico que ofrece una revisión de las teorías, conceptos y metodología sobre los que se fundamenta este trabajo de investigación. El objetivo de este capítulo es identificar los aportes teóricos y metodológicos que contribuyen al análisis de la distribución geográfica y los factores de localización de la IA.

En un segundo capítulo se sintetizan las características principales de la IA a escala internacional y en México. El objetivo de este capítulo es mostrar la dinámica y organización de la IA a nivel internacional y en el país. Se describen las actividades de la cadena global de valor de la IA internacional y se identifica la parte de esta cadena de valor en la que México participa, por último, se explican las características de la política de desarrollo de la IA internacional y en México. En el tercer capítulo se presenta el análisis y los resultados de la distribución geográfica de la IA en México, también se describen las características de los principales clústers geográficos aeroespaciales. El capítulo cuarto tiene por objetivo identificar los principales factores de localización de la industria analizada. En este capítulo se presentan los resultados de los cuestionarios y se detallan los aspectos más importantes que surgieron a partir de las entrevistas. Para finalizar se desarrollan las consideraciones finales de esta tesis y se proponen posibles líneas investigación futura.

Capítulo 1. Marco teórico-metodológico

Las teorías tradicionales de la localización económica fueron las primeras en crear un vínculo entre la economía y la geografía (Parnreiter, 2018). El interés por estudiar la importancia del espacio en el desarrollo de las actividades económicas se encuentra en la base de estas teorías. También existen desarrollos teóricos contemporáneos que, si bien intentan responder preguntas similares a las planteadas en las teorías tradicionales de localización, han logrado incorporar elementos analíticos y metodológicos que nutren al análisis de las decisiones locacionales. La Nueva Geografía Económica (NGE) es una de estas teorías (Cuadrado, 2014).

La aglomeración espacial y la concentración son conceptos que han estado presentes en el desarrollo de las teorías de localización. La NGE ha incorporado estas cuestiones fundamentales del análisis locacional y lo ha enriquecido con elementos del contexto contemporáneo tales como la globalización y el cambio tecnológico. En este sentido, la innovación, desde la visión de Schumpeter, ha tenido un papel fundamental en la explicación de las aglomeraciones espaciales y la concentración (Villarreal *et al*, 2016a).

En este capítulo se realiza un recorrido teórico-conceptual, empírico y metodológico para distinguir en la literatura los distintos aportes al análisis de la localización económica y de la IA en México. La primera parte del capítulo presenta las principales aportaciones de las teorías tradicionales de localización y de las de la NGE. En seguida se establece el marco conceptual alrededor de categorías analíticas como la de aglomeración espacial, localización y concentración geográfica. Posteriormente se revisan los trabajos empíricos que tratan sobre el tema de localización industrial para identificar las técnicas y métodos que se utilizan, se presenta también una revisión de la literatura de localización de la Industria Aeroespacial (IA). De esta revisión se desprenden posibles explicaciones de los factores de localización de la IA en México. Finalmente, los elementos identificados a lo largo del capítulo sirven de base para el diseño metodológico de este trabajo de investigación.

1.1 Teorías tradicionales de localización económica

El análisis locacional ha sido importante en tanto que delimita los factores fundamentales que intervienen en las decisiones de localización económica (Bustos, 1993). A través del tiempo han sido numerosos los teóricos que se han interesado por la distribución de las actividades económicas en el espacio, es decir, por la localización y la concentración de estas actividades (Parnreiter, 2018). El interés se ha puesto tanto en la identificación de los patrones de comportamiento como en los factores que propician la localización en determinados espacios (Ponsard, 1983). Al desarrollo de los estudios que intentan resolver estas cuestiones se les ha denominado de manera genérica como teorías de la localización.

En un principio la teoría tradicional de localización no formó parte de la disciplina económica (Bustos, 1993). Los modelos planteados por la teoría tradicional carecían de una formulación microeconómica formal, aunque tenían una fuerte carga de otras disciplinas tales como la geometría y la física (Trejo, 2017). A pesar de no formar parte de la ortodoxia económica, los teóricos que desarrollaron trabajos para explicar el fenómeno locacional realizaron un aporte fundamental al incorporar por primera vez, al espacio, como un factor de análisis en las decisiones económicas (Parnreiter, 2018). Este cuerpo teórico ofreció contribuciones invaluable para el desarrollo de lo que hoy conocemos como Geografía Económica (Sánchez, 2003).

Entre los autores principales de la localización en la teoría tradicional destacan autores como Von Thünen, Weber, Christaller, Lösch y Marshall (Sánchez 2003). Los aportes inician con la tradición germánica de la localización (Trejo, 2017). Para Heinrich Von Thünen en su obra *Isolated State* de 1826, el propósito era descubrir los factores que determinan la organización espacial de las actividades agrícolas con respecto a la presencia de un centro urbano. Para ello, desarrolló un modelo donde incorpora la distancia al mercado como variable que explica la renta del suelo y la distribución geográfica de las distintas actividades económicas. Thünen encontró que el aumento en el precio del suelo provoca que los costos de producción se eleven, lo que propicia que una actividad agrícola se localice fuera del centro urbano porque la renta del suelo es menor (Thünen, 1966).

Por su parte, Alfred Weber, en su trabajo *Theory of the Location of Industries* de 1909, consideró que los costos de transporte jugaban un papel fundamental en la decisión de

localización de la empresa individual. De acuerdo con Weber los costos de transporte representan una parte importante del precio total del producto final. Por tanto, las empresas tenderán a localizarse cerca de sus principales fuentes de insumos o del mercado, de acuerdo con la localización que minimice los costos de transporte de las empresas (Weber, 1929).

Los objetivos de Christaller y Lössch se fundamentaban en las decisiones locacionales desde el punto de vista de la demanda de bienes y servicios (Bustos, 1993). Christaller y Lössch en sus obras *Los lugares centrales en Alemania Meridional* de 1933 y *The Economics of Location* de 1940, respectivamente, tenían la intención de mostrar la importancia de la organización espacial de la economía a partir de la definición de áreas de mercado, es decir, a partir de la demanda (Parnreiter, 2018).

Christaller desarrolló una teoría de la jerarquía de las ciudades y de la localización de las actividades económicas (Christaller, 1966). Lössch estableció un modelo de localización de equilibrio general espacial para explicar la organización espacial de las regiones. Con el desarrollo de su modelo Lössch sostiene que la producción se concentra en algunos lugares y esto provoca diferenciaciones en el espacio (Parnreiter, 2018).

La explicación del problema locacional y el fenómeno de la aglomeración espacial de la producción de Alfred Marshall, en su obra *Principles of Economics* 1890, señala que el problema de la localización tiene una estrecha relación con el fenómeno de la agrupación industrial que concibe como aglomeración (Boiser, 1975).

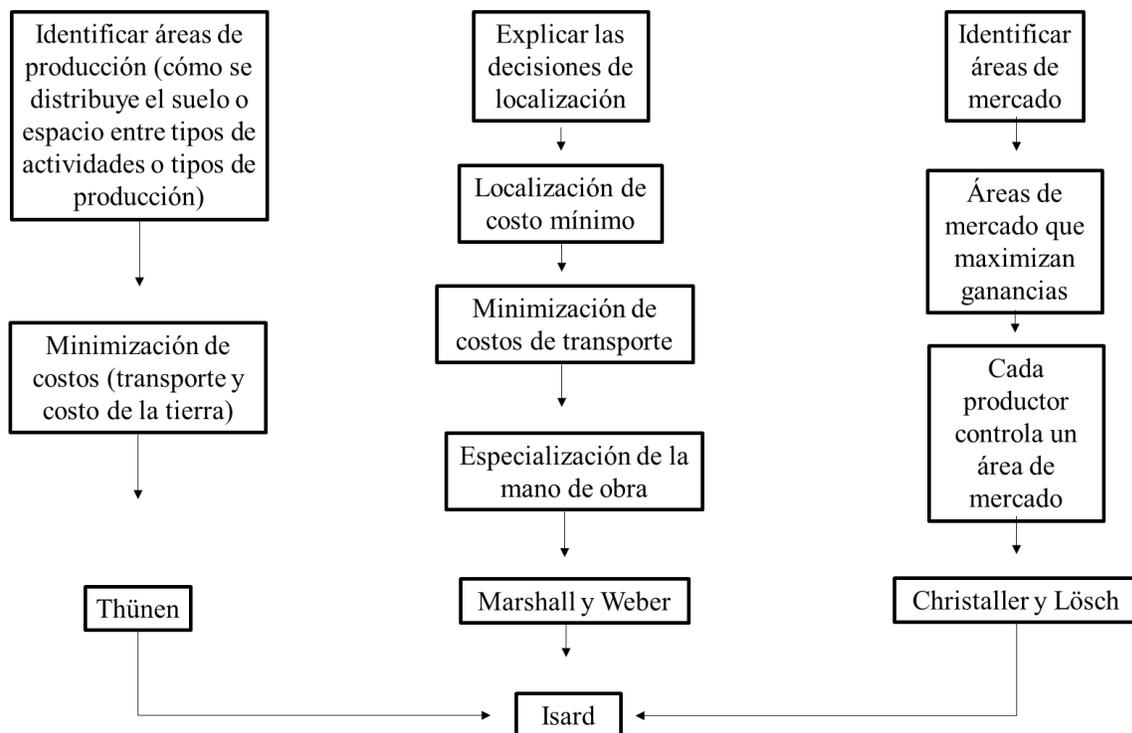
“Cuando una industria ha escogido una localidad para situarse en ella, es probable que permanezca en la misma durante largo tiempo, pues son muy grandes las ventajas que los que se dedican a la misma industria obtienen de la mutua proximidad... Una industria localizada obtiene una gran ventaja del hecho de ofrecer un mercado constante de mano de obra especializada” (Marshall. 1957: 226)

Marshall consideraba que la industrialización trajo consigo un rápido crecimiento de la población no agrícola (Marshall, 1957: 224). La concentración de la población en las nacientes ciudades industriales provocó un incremento en la demanda de bienes, sobre todo de bienes suntuosos. El incremento en la demanda representó la catapulta para la especialización de la mano de obra y este fue un factor determinante para la aglomeración de las actividades económicas (Marshall, 1957). Por tanto, siguiendo a Marshall, las empresas encuentran un conjunto de beneficios al concentrarse cerca una de la otra. Entre las ventajas

de la aglomeración industrial están los insumos compartidos (las industrias que se encuentran más concentradas comparten una gran cantidad de insumos), los procesos de aprendizaje -knowledge spillovers- (el conocimiento se comparte fácilmente cuando existe cercanía geográfica) y la agrupación del mercado laboral (las industrias tenderán a localizarse donde encuentren un conjunto de trabajadores especializados) (Manrique, 2006).

Walter Isard intentó explicar el problema locacional con su obra *Location and Space-Economy* 1956. Isard desarrolló un modelo espacial de equilibrio general sujeto a la minimización de los costos de transporte (Isard, 1962). El autor hace un vano intento por integrar la teoría de la localización con la teoría económica ortodoxa o dominante. Su modelo se considera semi-resuelto al no conseguir integrar elementos de competencia imperfecta (Bustos, 1993: 60). Sin embargo, un punto que se reconoce de su trabajo es la capacidad de síntesis al incorporar los elementos más importantes de algunas teorías previas (Trejo, 2017).

Figura 1.1 Síntesis de los elementos principales de las teorías tradicionales de localización económica.



Fuente: Elaboración propia con base en Trejo, 2016.

Los trabajos de la teoría de localización tradicional aportan cuestiones de suma importancia al tema de la localización industrial, las cuales se sintetizan en la Figura 1.1. De acuerdo con Trejo (2017) los objetivos de investigación de las teorías tradicionales de localización se resumen en: “1) identificar los factores de localización de las actividades económicas y de la demanda, 2) la asignación del territorio en diferentes tipos de producción y 3) la distribución de las actividades en el espacio (localización y concentración)” (Trejo, 2017: 44) objetivos que han sido retomados por la Nueva Geografía Económica.

El desarrollo de la Nueva Geografía Económica se ha sustentado en las teorías tradicionales de localización (Cuadrado, 2014). Aunque a las teorías tradicionales de localización se les acusó de analizar el espacio como un lugar isomorfo y carente de particularidades (Parnreiter, 2018), por “no considerar las redes de agentes e instituciones, la dialéctica global local y las desigualdades socioespaciales” (Sánchez, 2003: 92); se han tomado como base para el desarrollo de nuevas teorías que intentan analizar la actividad económica en el espacio.

Ante esta evolución es pertinente analizar los elementos principales de la Nueva Geografía Económica (NGE). Teoría que se reconoce como la síntesis más avanzada de las teorías tradicionales de localización y que además incorpora elementos analíticos de la nueva teoría del comercio internacional (Trejo, 2017).

1.1.1 La Nueva Geografía Económica

La economía ha abierto algunos campos para explicar nuevos fenómenos económicos que tienen lugar en el espacio (Sánchez: 2003). “En el redescubrimiento reciente del espacio en la disciplina económica se incorporan elementos como el cambio tecnológico y las innovaciones, así como la integración y la globalización económica y la industrialización y expansión de los servicios” (Trejo, 2017: 42). Uno de esos campos es la NGE.

El objetivo de la NGE es explicar la configuración espacial de las actividades económicas en las que intervienen distintos agentes en un contexto de globalización (Krugman y Fujita, 1999). El espacio que considera la NGE se basa en un conjunto de agentes y recursos que se interrelacionan ante el desarrollo de las actividades económicas (Storper, 1997). La dinámica global juega un papel fundamental en la consolidación de estas relaciones entre agentes y recursos (Peck, 2000). Así, el espacio que estudia la NGE es uno en el que

interesan las redes que se generan entre agentes, no solo a escala local sino también a escala global.

De acuerdo con Sánchez (2003) son tres las preocupaciones por resolver de la NGE: 1) la aglomeración (industrial y urbana), 2) el comercio intraindustrial y 3) el crecimiento endógeno. La inquietud de la aglomeración viene del planteamiento de las teorías tradicionales de localización, mientras que el comercio intraindustrial y el crecimiento endógeno resultan de las teorías del comercio internacional y de la teoría de la causación circular acumulativa¹, respectivamente.

Se intenta resolver estas cuestiones mediante modelos formales provenientes de la economía ortodoxa (Cuadrado, 2014). La NGE se reconoce por el esfuerzo de incorporar la importancia del espacio al pensamiento económico ortodoxo proporcionando bases microeconómicas a las explicaciones y modelos de localización. Esto lo ha logrado gracias a la incorporación de dos herramientas analíticas fundamentales: la modelización de los rendimientos crecientes a escala² y la competencia imperfecta³ (Sánchez, 2003; Cuadrado, 2014; Trejo, 2017)

Garresten (2010), menciona que los elementos analíticos que se consideran en los modelos de la NGE son:

- 1) *Consumo*, es decir, que los consumidores tienen ciertas preferencias y con base en ellas maximizan su utilidad.
- 2) *Productores*, quienes buscan la maximización de sus beneficios y por ello buscan acercarse a su demanda
- 3) *Trabajadores*: los modelos de centro periferia asumen que estos se ubican según las diferencias salariales entre regiones y por ende se encontrarán donde sean mejor pagados.

¹ La causación circular acumulativa es una teoría planteada por Myrdal en 1957 donde se argumenta que las regiones que presentan ventajas iniciales tienden a presentar un mayor crecimiento económico a lo largo del tiempo. Este proceso se fortalece a través de la localización industrial y el desarrollo de infraestructura. “La causación circular acumulativa propicia desigualdad territorial. Se favorecen algunas regiones en detrimento de otras” (Sánchez, 2003: 51).

² Los rendimientos crecientes a escala aparecen cuando se aumentan los factores de la producción y el resultado es un aumento en la cantidad producida por encima del aumento de los factores (Cuadrado, 2014).

³ La competencia imperfecta es la situación de mercado en la que los precios son controlados por unos cuantos agentes (empresas) (Cuadrado, 2014).

- 4) *Estructura de mercado*, se asumen dos sectores de la economía, la agricultura como sector competitivo tradicional y la manufactura, en condiciones de competencia imperfecta
- 5) *Costos de transporte* indican una preferencia de localización hacia zonas con un amplio acceso al mercado
- 6) *Espacio geográfico*: se supone que el espacio económico consiste en dos ubicaciones o regiones hipotéticas, de igual tamaño o extensión. Estas regiones pueden ser de cualquier escala: países, regiones de un país, ciudades, áreas internas y externas de una ciudad.

Head y Meyer (2003) apuntan que son cinco los elementos analíticos principales de la NGE: 1) los rendimientos crecientes a escala, 2) la competencia imperfecta, 3) los costos del comercio positivos, 4) la localización de las empresas que responde a la máxima rentabilidad, y 5) la localización de los consumidores. Mientras que Fujita y Mori (2005) argumentan que son cuatro: 1) el equilibrio general, 2) las economías de escala internas, 3) los costos de transporte positivos, y 4) la movilidad de los factores productivos.

Trejo (2017) menciona que cada uno de los modelos de este cuerpo teórico definen sus propias fuerzas endógenas y exógenas de acuerdo con el problema de localización que intentan explicar. Las fuerzas endógenas, son fuerzas centrífugas y fuerzas centrípetas, que concentran o dispersan la actividad económica. Las fuerzas exógenas son las que están fuera del control de los agentes individuales y por ello se toman como dadas dentro de los modelos (Krugman y Fujita, 1999). Ejemplos de las fuerzas exógenas son: 1) la dotación de factores, 2) la historia, 3) los efectos frontera, 4) las características institucionales, 5) las barreras al comercio y 6) los acuerdos comerciales. El balance de estas fuerzas endógenas y exógenas son las que determinan la localización de la actividad económica (Box, 2000).

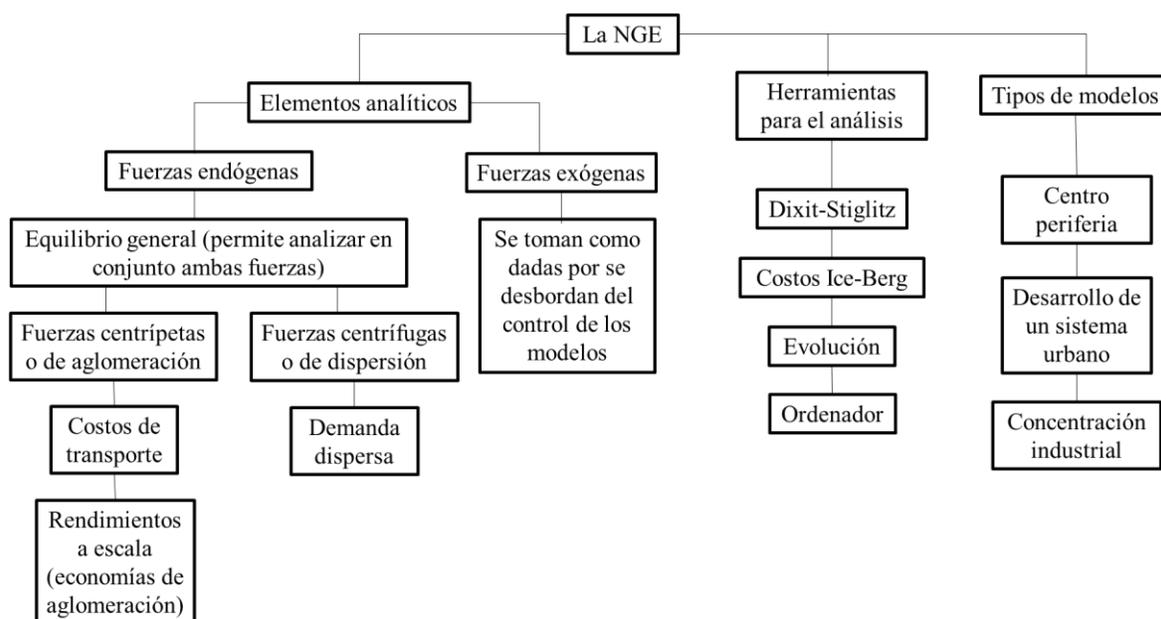
Para modelizar estos elementos de análisis, Krugman (1991) señala que existen un conjunto de herramientas que se comenzaron a utilizar para la formalización de los modelos de la NGE. Cuadrado (2014) reconoce estas herramientas como estrategias de modelización, las cuales se conocen como: 1) Dixit-Stiglitz, que está enfocado en la competencia monopolística; 2) Costos Iceberg, que se basa en el costo de transporte y supone que éste se va consumiendo durante el tránsito de la mercancía; 3) Evolución (selección), que se centra

en las condiciones actuales como factor preponderante en la decisión de localización; 4) La computadora , se refiere a la estrategia informática que permite la solución de los modelos.

Finalmente, los modelos desarrollados por la NGE se pueden clasificar en tres tipos: 1) Modelos centro periferia que intentan explicar que los países están organizados en sistemas centro-periferia: el centro que se considera industrial es el que exporta y la periferia aporta insumos y alimentos al centro. Este tipo de modelos son más probables si existen, costos de transporte muy bajos y si el gasto en manufacturas es suficientemente alto. 2) Modelos que plasman el desarrollo de un sistema urbano. Estos modelos ponen especial énfasis en la mano de obra y reconocen que una localización puede representarse por índice de potencialidad de mercados, esta potencialidad actúa como fuerza concentradora de los factores de la producción (sobre todo el trabajo) y por tanto de la actividad económica. 3) Modelos de concentración industrial y comercio que intentan dar cuenta de los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás que tienden a concentrar a los productores de arriba y abajo en un mismo lugar (Cuadrado, 2014; Garresten, 2010; Box, 2000).

Los elementos principales que se sintetizan en la Figura 1.2 son los desarrollos conceptuales de la NGE que se han utilizado para comprender el fenómeno de la localización de las actividades económicas en un contexto de globalización. Estos conceptos han permeado en el análisis de la aglomeración espacial y la localización económica. Por ello, era necesario presentarlos para ahondar en el tema de la aglomeración y la concentración, conceptos bajo los cuales se pretende analizar la distribución geográfica de la IA en México.

Figura 1.2. Elementos principales de la Nueva Geografía Económica



Fuente: Elaboración con base en Trejo, 2017; Box, 2000; Krugman, 1991; Cuadrado, 2014 y Garresten (2010)

1.1.2. La aglomeración y la concentración desde la NGE

Dos conceptos son clave en la articulación de este proyecto de investigación: la aglomeración espacial y la localización de la actividad económica. Estos conceptos han sido tratados desde la teoría tradicional y la NGE.

La NGE considera que el crecimiento económico en un determinado sitio es el resultado de la causación circular acumulativa. Ésta es producto de los rendimientos crecientes a escala y de los encadenamientos hacia atrás y hacia delante de las empresas (economías de aglomeración) (Feldman, 1999). Con este proceso se autorrefuerza progresivamente la aglomeración de las actividades económicas (Moncayo, 2002).

La concentración geográfica de la producción en un lugar específico deviene en una ventaja de localización (Krugman, 1991). Cuando existe aglomeración espacial de empresas en una región otras firmas de la misma o de diferentes ramas productivas se verán atraídas para localizarse en la misma ciudad o región. “los principales factores que contribuyen a la aglomeración de las actividades [son] el tamaño de mercado, el costo de transporte, la movilidad del capital humano, así como la existencia de vínculos verticales del tipo cliente-proveedor que se generan entre empresas” (Villarreal et al, 2016a: 175).

Como bien señala Trejo (2017) con referencia en Gilligan (2002), en la literatura no existen criterios unificados sobre la terminología para referirse al fenómeno de la agrupación geográfica o espacial de los agentes económicos (empresas o consumidores).

“Tradicionalmente, el término “aglomeración” se ha asociado con la agrupación de la actividad económica o de la población en una localización particular, sin hacer ninguna distinción de la escala geográfica o de la agregación sectorial a la que el concepto se refiere. Por otro lado, el término concentración es ampliamente conocido y usado en el campo de la organización industrial para referirse en términos simples, a la situación en el que un pequeño número de empresas venden o producen un gran porcentaje de la producción total de un bien manufacturado” (Trejo, 2017: 55)

Por tanto, es necesario argumentar que, aunque no haya una clara distinción entre estos conceptos, actualmente se sabe que la *aglomeración* describe el fenómeno geográfico espacial y la *concentración técnica o sectorial* intenta explicar el fenómeno económico. Es importante aclarar que la aglomeración y la concentración técnica no necesariamente coexisten (McCann, 2013; Sobrino 2016). Por ejemplo, puede existir aglomeración de industrias en unas cuantas regiones, pero la concentración de la producción económica puede estar distribuida en varias empresas.

Existe una amplia literatura con respecto a las aglomeraciones espaciales donde se argumenta que los factores que las propician son diversos (Villarreal *et al*, 2016a). Entre los factores que destacan esta la eficiencia en la productividad que brinda la cercanía empresarial, el intercambio de información que permite innovar y competir y el impulso al conocimiento para incrementar la innovación tecnológica (Feldman, 1999; Villarreal *et al*, 2016a; Nakamura y Morrison, 2009).

En este sentido, tal como señaló Marshall (1957) “Cuando una industria ha escogido una localidad para situarse en ella, es probable que permanezca en la misma durante largo tiempo, pues son muy grandes las ventajas que los que se dedican a la misma industria obtienen en la mutua proximidad [...] una gran ventaja es el hecho de ofrecer un mercado constante de mano de obra especializada” (Marshall, 1957: 226)

Para Marshall el trabajo especializado era el que en gran medida explicaba la preferencia por un sitio para localizarse. En los trabajos actuales que prestan atención al

problema de las aglomeraciones espaciales, el capital humano sigue siendo un factor determinante (Octtaviano y Puga, 1997; Nakamura y Morrison, 2009). Sin embargo, otros factores tienen también un impacto que genera aglomeraciones espaciales. Estos son: “la tecnología, la geografía física, los bienes públicos locales, las redes de transporte, los bienes culturales e institucionales y la legislación local” (Combes y Overman, 2003: 38).

En el análisis de las aglomeraciones espaciales un concepto que ha tomado mucha fuerza es el del clúster (Moncayo, 2002: 67). Los clústers se definen como grupos de empresas e instituciones las cuales están ligadas a un determinado sector y se concentran geográficamente (Hylton y Catherine, 2018; Moncayo, 2002; Porter, 1998).

Porter (1998) considera que en primera instancia los clústers son concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas de un sector de la producción en particular. Pero estos clústers además de ser concentraciones geográficas pueden permitir a las empresas operar con una productividad más elevada al tener un mejor acceso a un conjunto de empleados especializados y a diversos proveedores. Además, la conformación de clústers puede permitir un mejor acceso a bienes públicos ya que en muchos casos los gobiernos toman la iniciativa para la consolidación de clústers a través de inversiones en infraestructura adecuada, así como la ejecución de programas locales para la capacitación de empleados. Por tanto, los clústers se distinguen por estos tres componentes: 1) agrupación geográfica, 2) valor agregado a la producción e 3) iniciativas gubernamentales para la consolidación de clústers.

De acuerdo con Octtaviano y Puga (1997) los clústers representan una nueva forma de organización espacial entre los mercados. Esta forma de organización promueve la competencia y la cooperación de forma simultánea. “Los rivales compiten intensamente para ganar y retener clientes. Sin una competencia vigorosa, un clúster no existe. Sin embargo, también hay cooperación, gran parte de ella vertical, involucrando empresas en industrias relacionadas e instituciones locales. La competencia puede coexistir con la cooperación porque se producen en diferentes dimensiones y entre diferentes jugadores” (Porter, 1998: 80).

Los clústers se organizan de forma vertical y horizontal. En la estructura vertical fomentan canales de distribución entre proveedores y clientes. En la estructura horizontal crean encadenamientos con fabricantes de productos complementarios y empresas de

sectores relacionados con la tecnología, las habilidades o insumos comunes (Moncayo, 2002). De acuerdo con Porter (1998) la aglomeración espacial en clústers propicia, además de una red de agentes, un importante incremento en la productividad. “El incremento se da por dos razones fundamentales: 1) el mejor acceso a empleados y proveedores y 2) el acceso a información especializada” (Porter, 1998: 81).

En el agrupamiento espacial, a partir de la interrelación entre agentes, se comparte información, capacidades tecnológicas y de innovación. En la literatura a esta derrama de ventajas se les ha denominado *spillovers* (Feldman, 1999). Los *spillovers* son producto de la aglomeración de los agentes económicos (economías de escala) y refuerzan el agrupamiento de estos mismos, en tanto que permiten el desarrollo de nuevas tecnologías que al aplicarse a los procesos productivos los vuelven más eficientes e innovadores (Moncayo, 2002).

El estudio de los *spillovers* ha permitido identificar la transferencia de conocimiento y tecnología en los procesos productivos, elementos que son fundamentales en el análisis del crecimiento económico (Alston, 2002). La traducción al español de los *spillovers* sería “efectos secundarios”. Gran parte de la literatura se ha orientado en estudiar los efectos secundarios positivos de la aglomeración (Viladecans, 2001). Estos efectos son en muchos sentidos, geográficos. Por ejemplo, una innovación contribuye a la economía local, empleando a personas que gastan su dinero localmente. Los efectos secundarios o *spillovers* geográficos pueden también ocurrir por la densidad de la población que está fuertemente relacionada con la innovación local. “Las personas son más inventivas cuando están alrededor de otras personas inventivas” (Frischmann, 2007: 260).

En este sentido, la innovación como concepto es clave en el estudio de las aglomeraciones. Se reconoce a Schumpeter por la relevancia de su perspectiva en cuanto a la innovación. En el pensamiento de Schumpeter la innovación juega un papel fundamental como motor del crecimiento económico, de la evolución industrial, el crecimiento y las finanzas (Palma *et al*, 2015).

Para Schumpeter el sistema capitalista esta siempre en constante evolución y por tanto necesita renovarse con cierta periodicidad. A estas innovaciones en el tiempo las llamó “oleadas innovadoras” (Gabriel *et al*, 2013). Una innovación, para Schumpeter “tiende a modificar drásticamente el escenario preexistente al aportar mejoras sustanciales como ‘nuevas combinaciones de producción’ o ‘nuevas formas de hacer las cosas’, cambiando las

reglas de juego” (Palma et al, 2015: 71). Esto le otorga una ventaja competitiva al primero en innovar, pero con el paso del tiempo la innovación se comparte y se logra así un avance que sitúa al sistema en un nivel más elevado (Harris, 1956).

Así una de las formas de aglomeración económica que se enfatiza en la literatura son los clústers que, además de los beneficios económicos producen spillovers y estos son generadores de innovaciones. El intercambio de información y la cooperación son fundamentales porque intensifican la transferencia de conocimiento y facilitan la innovación (Villarreal et al, 2016a: 175; Krugman, 1995; Marshall, 1957).

1.1.3 Estudios empíricos sobre localización y aglomeración de las actividades económicas

Existen una gran cantidad de trabajos empíricos que intentan explicar y medir la concentración espacial y la localización de industrias y sectores económicos. Por mencionar unos cuantos: Villarreal y Flores (2015), Trejo (2010), Brülhart y Traeger (2003), Combes y Overman (2003), Gordo et al (2003), Midelfart-Knarvik et al (2000), Feldman (1999), Haaland et al, (1998). El objetivo en estos trabajos es explicar la concentración y la localización industrial mediante diversas herramientas de análisis disponibles. Los trabajos citados retoman elementos analíticos sobre todo de la NGE para el análisis de la concentración y la localización de actividades económicas.

Trejo (2010) realiza un trabajo donde presenta los niveles de concentración geográfica de las industrias del sector manufacturero mexicano. Se considera que los cambios propiciados por el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) son determinantes para la concentración. Los resultados arrojan que las industrias que están ligadas a mercados internacionales tienden a concentrarse en zonas como el Norte del país o recientemente en el Bajío. Además, se confirma que los factores que explican la concentración son las economías de escala, costos de transporte, salarios y exportaciones. Las herramientas analíticas utilizadas son: 1) índice de Herfindahl, 2) índice de Gini y 3) índice de concentración ponderada.

Brülhart y Traeger (2003) desarrollan un trabajo en el que intentan explicar los patrones de concentración en las regiones de la Unión Europea (UE). Los autores reconocen la importancia de la integración comercial propiciada por el esquema de la UE. Los resultados

indican que los países de Europa integrados a la UE reproducen el esquema centro periferia, en las zonas centrales se ubican actividades económicas de servicios y comerciales, mientras que la manufactura tiende a concentrarse en zonas periféricas. Como el trabajo intenta descomponer los gradientes de concentración dentro de un país y entre los países se encontró que la UE ha propiciado la concentración al interior de los países. Las herramientas utilizadas son: 1) índices de entropía, 2) gradientes de centro periferia y 3) inferencia “bootstrap”.

Por su parte, Combes y Overman (2003) intentan dar cuenta de la evidencia descriptiva sobre la ubicación de la actividad agregada y las industrias particulares y considerar cómo estos patrones de ubicación están cambiando con el tiempo, así mismo, comparan los patrones de localización de la UE con los de Estados Unidos (EU). Entre sus resultados más importantes encuentran que son distintas las fuerzas de aglomeración y dispersión, entre la UE y EU, que actúan como factores concentradores de la actividad económica. Las herramientas con las que se hizo el análisis son: 1) índice de Herfindahl, 2) índice de Gini, 3) índice de Krugman, 4) índice LQ (co-localización).

El trabajo de Gordo et al (2003) tiene como propósito analizar en qué medida el proceso de integración que están experimentando los países europeos ha podido afectar a su estructura productiva y a la distribución geográfica de la actividad industrial. “Los resultados señalan que la especialización productiva de los países de la UE no ha experimentado grandes transformaciones desde finales de la década de los ochenta” (Gordo, 2003: 4). El trabajo muestra que Irlanda, Finlandia y Suecia han mostrado un creciente desarrollo manufacturero de alta tecnología, lo que implica el detrimento manufacturero de algunas economías centrales como Alemania. Las herramientas de análisis son: 1) índice de Herfindhal, 2) índice de Krugman, 3) índice de especialización absoluta y relativa de Gini y 4) índice de Hoover-Balassa.

Midelfart-Knarvik et al (2000) consideran en su análisis sobre la concentración, los distintos cambios en la concentración industrial ocurridos en las últimas décadas entre los países de la UE. El trabajo intenta hacer una comparación con los patrones de localización industrial de EU, del mismo modo, los autores intentan corroborar que los cambios en la concentración espacial estén ligados a las variaciones en las estructuras económicas de los países. Los resultados muestran que no existe un único proceso de localización de las industrias, es decir que cada una de ellas toma decisiones locacionales según sus propios

intereses y que a partir de ello se generan las tendencias concentradoras en el espacio. Las herramientas analíticas utilizadas son: 1) índice de especialización de Krugman y 2) características de las industrias (ICB).

En el trabajo de Feldman (1999) se hace una revisión sobre los trabajos empíricos que intentan explicar los spillovers y la aglomeración, mediante el análisis de la calidad de la mano de obra calificada basada en la noción de que los spillovers de conocimiento se transmiten a través de las personas; a su vez este conocimiento innovador se incorpora en los productos que se comercializan, potenciando la producción y reforzando la aglomeración. Un punto destacado en este trabajo es que para el análisis destacan como atributos especiales para la localización.: 1) la composición de las economías de aglomeración, 2) los atributos del conocimiento y 3) las características de las empresas.

El documento de Haaland et al (1998) se centra en conocer cuáles son las fuerzas impulsoras detrás de la localización de la industria en Europa. El análisis se basa en la teoría del comercio tradicional y NGE, la parte empírica del trabajo busca explicar el patrón de concentración relativa y absoluta de la actividad manufacturera. Los resultados de este estudio indican que el determinante más importante de la geografía económica en Europa es la localización de la demanda. También hay evidencia de causalidad acumulativa en el sentido de que la concentración absoluta de producción y gasto se influyen mutuamente. Las herramientas analíticas usadas son: 1) índice de Hoover-Balassa, 2) índices de concentración relativa y absoluta, 3) índice de diferencias tecnológicas y 4) índices de input output.

Finalmente, Villarreal y Flores (2015) realizan un análisis de aglomeraciones espaciales que se definen como clústers. En particular analizan los clústers espaciales del sector de innovación. En un segundo momento calculan la especialización de esos clústers mediante la composición del empleo. En este trabajo se hace un análisis de concentración espacial y técnica, en tanto que identifican la aglomeración geográfica del sector y la concentración técnica mediante una variable económica que es el empleo. Las herramientas espaciales que utilizan para la identificación de los clústers son: 1) modo difuso, 2) clúster jerárquico, 3) vecino más cercano, 4) densidad de Kernel y 5) índice de especialización relativa.

Estos trabajos tienen objetivos particulares en cuanto a la identificación de los patrones de localización industrial. Villarreal y Flores (2015), Feldman (1999) y Haaland et al, (1998) tienen como objetivo analizar la concentración industrial de forma transversal, es decir, para

un lapso corto. Trejo (2010), Brühlhart y Traeger (2003) y Gordo et al (2003) realizan análisis longitudinal, donde el objetivo es observar el fenómeno de la concentración a través de los cambios en un largo lapso. Combes y Overman (2003) y Midelfart-Knarvik et al (2000) hacen trabajos comparativos donde se contrastan las características de los patrones de localización industrial entre Estados Unidos y la Unión Europea. El recorrido teórico y metodológico de todos los trabajos es relevante, porque permite identificar las principales variables y herramientas de análisis a considerar.

Entre los trabajos citados el de Villarreal y Flores (2015) es el más cercano para el análisis que se pretende realizar en esta tesis porque se enfoca en el análisis espacial, es decir, en la identificación del patrón de localización del sector de innovación y guarda similitud con los objetivos y preguntas de investigación que guían el presente trabajo.

1.1.4 La literatura sobre la Industria Aeroespacial

En México se identifican trabajos que tienen como objeto de estudio diferentes aspectos de la Industria Aeroespacial. Entre estos trabajos se encuentran Casalet (2013), Juárez (2013), Hualde y Carrillo (2007) y Villarreal *et al* (2016a).

Casalet (2013) tiene como objetivo mostrar la complejidad de una industria estratégica como lo es la IA, así como dar cuenta del diseño de las políticas nacionales y estatales que orientan la localización de la IA en México. Sin embargo, este trabajo no presenta un análisis sobre localización de la IA. Si bien, su análisis es pertinente para considerar algunas variables que podrían incidir en la localización como la injerencia de los estados y municipios mediante los apoyos gubernamentales (incentivos fiscales, donación de terrenos), la obra solo sugiere más bien que existen algunos factores que podrían favorecer el crecimiento del sector.

Por otro lado, Juárez (2013) estudia la economía política de la IA en México. Su objetivo principal es mostrar que no existe una estrategia nacional adecuada para desarrollar una IA mexicana, sino que México participa en la cadena global de valor de esta industria como oferente de mano de obra calificada, que, en términos relativos, resulta más barata y esto permite la maximización del beneficio de las transnacionales.

Hualde y Carrillo (2007) desarrollan un trabajo en el que dan cuenta de la estructura productiva existente en Baja California para desarrollar la IA. Identifican también el papel fundamental del sector público y los gobiernos en todas sus escalas para incentivar el crecimiento del sector aeroespacial. El trabajo ofrece un análisis de las regiones centrales en las que se localiza la IA, es decir, los países de origen de la IA que son: Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania y Reino Unido. A su vez analiza la cadena global de valor de la IA y da cuenta de la posición que ocupa México en esta cadena.

Finalmente, Villarreal et al (2016a) investigan los factores de co-localización de la IA en México, tomando como objeto de estudio a las entidades federativas en las que se localiza la industria. En el trabajo se encuentran algunos factores de co-localización como lo son: la existencia de infraestructura disponible, mano de obra calificada y la existencia de industrias pesadas como la metalúrgica. Los autores no determinan si estos factores son los que configuran el patrón de localización de la IA, simplemente ofrecen estas variables como razones posibles por las cuales la IA decide localizarse en algunas regiones del país. El objetivo de la obra es identificar los encadenamientos que se suscitan a partir de la localización de la IA. Este trabajo también se relaciona con la dirección que se pretende seguir en esta tesis pues el marco teórico sobre el que se desarrolla y la metodología utilizada facilitan el análisis de factores de localización de la IA en México. Además, los autores ofrecen posibles líneas de investigación entre las cuales se encuentra el tema sobre el que versa esta tesis.

En cuanto a la localización de la IA en específico, incluso a escala internacional, se encontraron pocos estudios. En EU esta industria mantiene su dinámica de localización junto a la industria de biotecnología, la cual sirve de ancla para la localización no solo de la IA, sino de otras industrias que requieren del desarrollo de alta tecnología. Cuando estas industrias se localizan contiguamente generan spillovers de conocimiento (Feldman, 2002).

Niosi y Zhegu (2005) intentan explicar la localización y geografía de la IA a escala global. Para ello analizan los clústers más dinámicos de la industria: Montreal, Seattle, Toulouse y Toronto. Los autores consideran que el agrupamiento geográfico está relacionado con los efectos de las empresas ancla como creadores de grupos de mano de obra y propietarios de plantas de fabricación muy grandes que crean atracción para la localización de la IA. Pero en años recientes las decisiones gubernamentales han jugado, también, un

papel fundamental para la localización de la IA. Estos autores al igual que Feldman (2002) consideran que la IA se localiza cerca de otras industrias que ya han desarrollado cierto conocimiento. Lo que implica que la mano de obra calificada no surge de la nada sino de la presencia de otras industrias con semejantes requerimientos de conocimiento.

Por su parte Chu *et al* (2010) realizan una comparación de los clústers de la IA entre EU y China. El objetivo es obtener información suficiente para guiar el crecimiento de la IA en China. En este sentido, los autores puntualizan que la evolución espacial de estos clústers se corresponde en gran medida con la industrialización de un país, por lo que consideran que el factor que permite desarrollar esta industria es *la cercanía geográfica con otras industrias*; entre las que destacan: la industria de fabricación de metal y productos, la industria de maquinaria y equipo, la industria electrónica, la industria automotriz, la industria de materiales y otros.

La localización de la IA de acuerdo con los trabajos revisados depende en gran medida de la presencia de un conjunto de trabajadores con conocimientos que han sido desarrollados por industrias con requerimientos similares y de la cercanía geográfica con otras industrias. En esta revisión se encontró que una de las industrias con las que se localiza en cercanía geográfica la IA es la industria automotriz. En México a la industria automotriz se le han dedicado un gran número de estudios entre los que destacan los relacionados con los determinantes de localización. Por esta razón y porque los estudios sobre factores de localización de la IA son escasos resulta útil identificar los factores locacionales de la industria automotriz con la intención de aproximarse a los factores de localización de la IA.

Según Carrillo (2016) la industria automotriz en México se localiza en las regiones donde existe experiencia manufacturera, infraestructura urbana, cercanía con los mercados nacionales e internacionales y proximidad con proveedores (ensambladoras de autopartes). En este sentido, Ramírez (1999) señala que la decisión locacional de las empresas de la industria automotriz corresponde a la aplicación del sistema Justo A Tiempo (JAT), que se caracteriza por producir bienes al ritmo que son demandados. En México, esto ha llevado a que las empresas se localicen al Norte del país para poder cumplir con la ejecución del JAT, ya que el principal mercado es Norte América.

Trejo (2017) señala que en México la industria del automóvil ha sufrido cambios en cuanto a su estructura organizativa. La globalización y la apertura comercial han

desempeñado un papel fundamental para este cambio. Con la apertura comercial se ha liberado de aranceles a muchos de los insumos de esta industria lo que ha permitido una mayor comercialización y el incremento de la IED. Entre los factores que destacan para la localización de la Industria automotriz en México, de acuerdo con los resultados de un cuestionario que se aplica en este trabajo están: las características de la mano de obra como habilidades técnicas y cultura del trabajo, los sistemas JAT que requieren de una logística de transporte y localización específica y los incentivos y programas que ofrecen los gobiernos para la localización.

De acuerdo con Mendoza (2011) la industria automotriz en México ha preferido la localización que permita la cercanía con los mercados internacionales, pero esto depende mucho del producto que se fabrique, si es un producto complementario para la producción estadounidense o si es un producto para la producción nacional. Por esto ha habido un incremento de empresas automotrices en la zona fronteriza del país, pero también en otras ciudades como Guanajuato, Querétaro y Silao. Para este autor la localización de la industria automotriz en México está en relación con el mercado que satisfacen.

Los factores locacionales de la industria automotriz en México podrían representar un acercamiento para resolver las preguntas sobre la localización de la IA, en tanto que existe evidencia de que ambas se localizan de manera cercana (Chu et al, 2010) y además en México existe una amplia experiencia industrial y académica en cuanto a la industria automotriz.

En esta revisión bibliográfica se encontró que la IA a escala internacional se organiza en clústers (Niosi y Zhegu, 2005; Feldman, 2002 y Chu et al 2010). Feldman (2002) argumenta que la cercanía de empresas aeroespaciales genera spillovers que permiten el intercambio de tecnología, procesos de innovación productiva e información. Chu et al (2010) identifica que los factores de localización de la IA se relacionan con la presencia de otras industrias con las que comparte insumos; entre las que menciona está la automotriz.

A partir de esta revisión bibliográfica, hay elementos que se retoman para el análisis de localización de la IA en México. En primer lugar, los factores de localización industrial más generales se dividen en medio ambientales, sociales y económicos (Chen, 2014; Flores, 2015). En los estudios internacionales de localización de la IA se identifica que los principales factores de localización de la IA son sociales (gobierno, educación) y económicos (costos). Por un lado, Niosi y Zhegu (2005) afirman que la iniciativa gubernamental tiene un

gran peso en las decisiones de localización de esta industria. Las facilidades que brindan los gobiernos locales como el equipamiento e infraestructura, así como la capacitación de la mano de obra representan factores importantes para la localización. Por su parte Feldman (2002) y Chu et al (2010) consideran que los factores principales de localización se relacionan con los insumos compartidos de la IA con otras industrias. La presencia de otras industrias propicia la generación de spillovers entre los que se destaca el desarrollo de ciertos conocimientos, esto genera mano de obra calificada, la cual representa un atractivo para la localización de la IA.

Al ser la industria automotriz una de las industrias con las que la IA tiende a co-localizarse geográficamente se hizo referencia a algunos trabajos que ahondan en el tema de los factores de localización de esta industria en México. De acuerdo con la literatura de la industria automotriz en México los factores de localización que se destacan son: las características de la mano de obra (habilidades técnicas), la ejecución de sistemas JAT, los programas e incentivos gubernamentales y la cercanía con los mercados nacionales o internacionales de acuerdo con el producto que se fabrica (Trejo, 2017; Carrillo 2016, Mendoza, 2011; Ramírez, 1999). Estos son los factores de localización que se identificaron en esta revisión de literatura y que brindan claridad para el análisis de localización de la IA en México.

1.2. Diseño metodológico

Con los elementos que se compilaron a lo largo de este capítulo, se presenta a continuación el diseño metodológico de la tesis. Se operativiza el concepto de clúster como parte de una categoría específica de la aglomeración, se analizan las fuentes de información y las herramientas para el análisis. El trabajo de investigación tiene dos orientaciones, la primera es de corte cuantitativo para el análisis de localización de la IA y la segunda de corte cualitativo para el análisis de los factores de localización de la IA.

Para conocer la distribución geográfica de la IA en México se consideran los conceptos de aglomeración espacial, en específico se intenta operacionalizar el concepto de clúster mediante la contrastación entre los elementos principales del concepto y la aplicación de herramientas estadísticas que permiten la identificación de clústers geográficos.

De acuerdo con Villarreal *et al* (2016a) se detecta en México la existencia de clústers aeroespaciales (pág. 184). El concepto de clúster de acuerdo con Porter (1998) es una aglomeración espacial de empresas dedicadas a un mismo sector. Otra característica básica de los clústers, según Porter (1998) es la capacidad que tienen para generar valor agregado a partir de la red productiva y comercial que genera la cercanía geográfica. Finalmente se considera que las iniciativas gubernamentales desempeñan un papel fundamental pues a través de esta participación estatal se proporciona la infraestructura para la consolidación de clústers.

La dinámica económica del clúster, según Feldman (1999) genera derrames o *spillovers* de conocimientos que autorrefuerzan la aglomeración ya que estos conglomerados geográficos pueden concentrar gran parte del empleo y la producción total del sector (Midelfart-Knarvik *et al* 2000). Los agrupamientos espaciales y la derrama de conocimientos representan la razón fundamental de la causación circular acumulativa que deviene en economías de escala y en conglomerados urbanos que se vuelven cada vez más atractivos para la localización industrial (Krugman, 1991; Krugman y Venables, 1995).

En esta tesis se pretende operacionalizar el concepto de clúster mediante el análisis de la distribución geográfica de la IA en México. Las herramientas estadísticas que se pretenden utilizar solo permiten operativizar el concepto es su noción más fundamental que es el agrupamiento físico de empresas e instituciones de un mismo sector. Así mismo se busca que a través de la aplicación de un cuestionario y entrevistas se pueda observar cuáles son los factores que influyen para la consolidación de clústers geográficos aeroespaciales. La parte del concepto que no se profundiza en esta tesis es la de la capacidad de los clústers de generar valor agregado a la producción, ya que habría que recurrir a un análisis sectorial profundo más allá del análisis espacial contemplado para esta investigación.

Fuentes de información y herramientas para el análisis

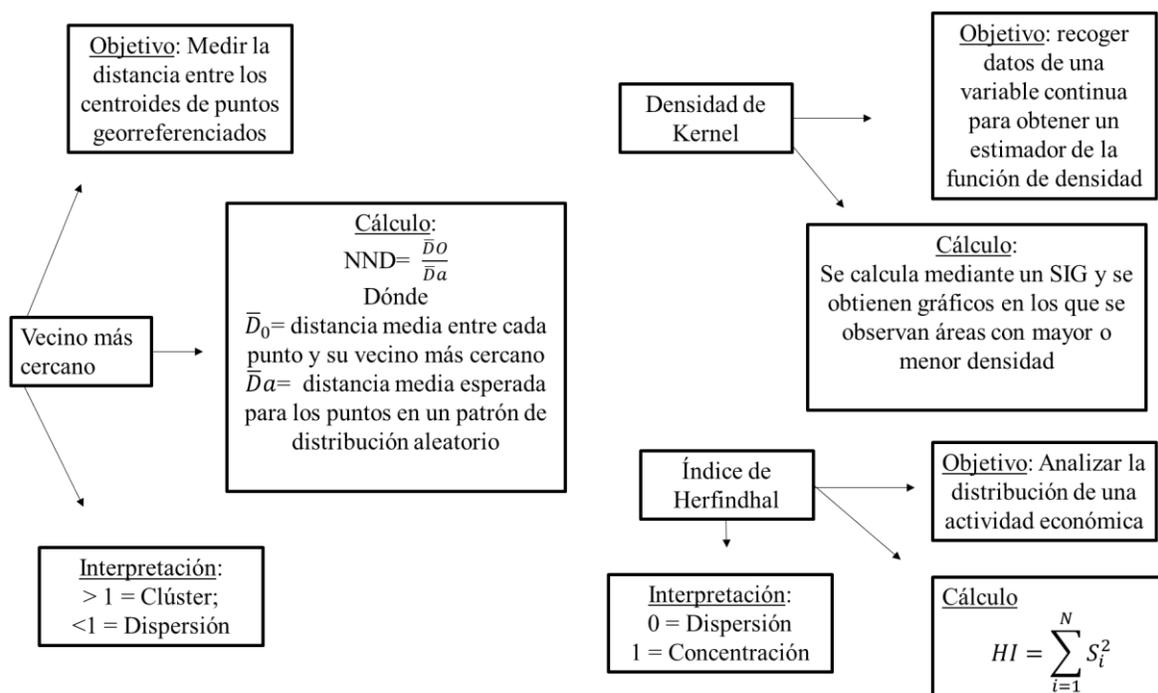
Para responder a la cuestión de la localización se cuenta con una base de datos que registra 116 empresas dedicadas a la fabricación de equipo aeroespacial. La información se compiló a partir del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Además, se integró a este listado de empresas la información que proporciona la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA) y ProMéxico, instituciones que consideran como parte

del sector aeroespacial a empresas que de acuerdo con DENUÉ se registran en otras clases de actividad. Aunque el análisis espacial se realiza con las 116 empresas de fabricación aeroespacial que clasifica el DENUÉ, la información complementaria de FEMIA y ProMéxico ofrece la posibilidad de identificar la cercanía de la IA con otros sectores productivos. La base recoge datos georreferenciados con los que es posible un análisis de aglomeraciones espaciales para identificar clústers geográficos aeroespaciales. Las herramientas analíticas son: 1) Vecino más cercano, 2) Densidad de Kernel, 3) Índice de Herfindhal (Villarreal y Flores, 2015; Trejo, 2009).

La herramienta analítica de *vecino más cercano* (NND, Neighbor Nearest Distance) tiene como objetivo ofrecer un índice de concentración basado en las distancias entre los centroides de los puntos en el espacio. El método de *densidad Kernel* representa la función de densidad probabilística de una variable continua. La variable debe disponer de una muestra aleatoria de n número de observaciones independientes. Kernel recoge estos datos para obtener un estimador de la función de densidad. (Villarreal et al 2016b: 357; Levine, 2002; arcgis desktop, 2018).

El índice de Herfindhal permite analizar la distribución geográfica de una actividad económica, mediante variables como el empleo o el ingreso (Carlton y Perloff, 2016). El índice toma valores entre 0 y 1 indicando menor o máxima concentración espacial de una actividad económica o sector. (Fig. 1.3).

Figura 1.3. Herramientas analíticas para el análisis cuantitativo



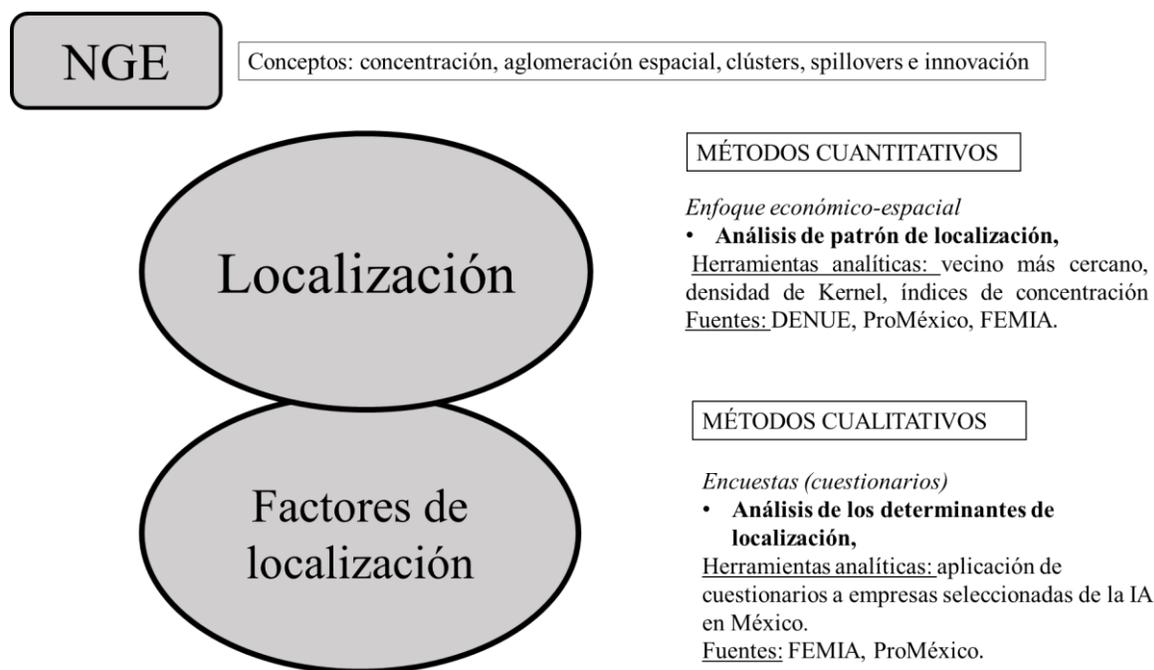
Fuente: Elaboración propia con base en Villarreal y Flores, 2015; Villarreal et al, 2016b; Trejo, 2009.

Como elemento exploratorio de las relaciones intersectoriales de la IA se utiliza la Matriz de Insumo Producto (MIP) de la Economía Total (Origen doméstico) industria por industria con el objetivo de identificar la orientación e intensidad de los encadenamientos productivos hacia atrás y hacia delante de la IA con otras ramas de actividad económica. Además, se evalúa la vinculación de la IA con cadenas de proveeduría internacional y con los mercados finales externos.

Como el leitmotiv de la geografía es que las cuestiones que no se pueden modelizar importan (Parnreiter, 2018), para resolver la parte de los factores de localización, se elaboró un cuestionario y entrevistas a las empresas del sector. Se seleccionó una muestra de las que están categorizadas por INEGI, mediante el DENUY y el SCIAN en la clave de actividad 336410 Fabricación de equipo aeroespacial. Entre las preguntas más importantes destacan las relacionadas a los apoyos gubernamentales y a la presencia de instituciones educativas que califiquen a la mano de obra (Casalet, 2013; Hualde y Carrillo). En la figura 1.4 se resume el diseño metodológico de este trabajo de investigación. En el capítulo empírico respectivo

se ofrece una descripción más detallada de los instrumentos de recolección y análisis de la información.

Figura 1.4. Diseño metodológico (conceptos, herramientas analíticas y fuentes)



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

A partir de la revisión de la literatura teórica y empírica realizada en este capítulo se identificaron los conceptos y enfoques teóricos en los que se enmarca esta tesis que busca analizar la distribución geográfica y factores de localización de la IA en México. La NGE que explica el problema de la localización y de la aglomeración industrial y en ella se basan distintos trabajos empíricos identificados en esta revisión. De éste y otros enfoques se desprenden conceptos como clústers, spillovers e innovación los cuales surgen del intento por explicar la aglomeración industrial. Son de utilidad para el análisis porque permiten dar sustento explicativo a la distribución geográfica de la IA en México. Los clústers como concepto que explica la concentración de empresas de un solo tipo de actividad en espacios específicos, los spillovers como consecuencia de la cercanía de empresas que permiten el intercambio de información y la innovación como resultado del proceso anterior ofrecen

sustento a explicar las formas de aglomeración y la relación espacio-económica de la IA en México.

Con la revisión de los trabajos empíricos también es posible distinguir tanto los elementos que explican la localización y aglomeración de la actividad industrial, como las herramientas analíticas que han servido al análisis de esa concentración y localización industrial. De estas herramientas analíticas se identificó que con las fuentes de datos que se tienen, las que permiten el análisis espacial de la IA son el índice Herfindhal, la densidad de Kernel y el índice de vecino más cercano.

Finalmente, la revisión de la literatura acerca de la IA a escala nacional e internacional permitió identificar que hay pocos estudios de localización y comportamiento espacial relacionados con la IA. Si bien existen estudios en México donde la IA es objeto de estudio, existen escasos estudios enfocados al análisis de localización, especialmente de los factores que ofrecen las ciudades para la instalación de empresas de la IA. Con los trabajos de la IA a escala internacional se identificó que esta industria se organiza en clústers alrededor del mundo y que los clústers permiten la derrama (spillover) de conocimiento y el intercambio de información.

Estos elementos articulan el diseño metodológico que fue presentado en la última parte del capítulo. Este diseño se divide en dos partes. La primera parte de corte cuantitativo y se orienta a resolver la localización de la IA en México. La segunda parte de corte cualitativo que busca responder la cuestión de los factores que propician la localización. Antes de la ejecución del diseño metodológico es necesario hacer una revisión sobre las características generales de la IA en la escala internacional y nacional.

Capítulo 2. Características de la Industria Aeroespacial

La Industria Aeroespacial (IA) alrededor del mundo ha experimentado una reconversión que se fundamenta en la más reciente etapa de la globalización. Al principio del desarrollo de la producción aeroespacial la industria se mantuvo muy protegida. La tecnología desarrollada por la IA se utilizó en las guerras y por lo mismo los avances se guardaron como un secreto (San Antonio, 2002).

Con la reciente globalización la IA ha tenido una reconversión al integrarse a un conjunto de industrias que han relocalizado internacionalmente sus actividades productivas con la finalidad de encontrar mejores beneficios. Esto ha permitido que la IA forme cadenas de valor alrededor del mundo. El acceso a la mano de obra capacitada y la infraestructura de alta tecnología han sido factores importantes en la reconversión y relocalización de la IA (Juárez, 2013, Villarreal et al, 2016a). La IA, por tanto, está integrada a un sistema global que se rige bajo reglas específicas que desempeñan un papel fundamental para su desarrollo.

La reciente integración de la IA al sistema global ha dictado, también, la política de desarrollo e innovación de la industria. La reconversión de la política de desarrollo de la industria, propiciada por la globalización es un elemento fundamental que articula el panorama internacional de la IA y define su funcionamiento en los países donde se ha localizado.

El propósito de este capítulo es exponer las principales características de la IA en México y su lugar en el plano internacional. En un primer momento, se describen las características del funcionamiento de la industria en un contexto global con datos de referencia que permitan entender su situación internacional, la estructura de sus cadenas globales de valor y la política internacional de desarrollo para la industria. Posteriormente con la intención de entender a la industria en México se exponen los mismos elementos a escala nacional.

2.1 La Industria Aeroespacial internacional

En los albores de la producción aeroespacial, la industria conservó con gran recelo los avances tecnológicos que desarrollaron los países pioneros (Estados Unidos y Rusia). Por un lado, por la complejidad productiva de la industria, porque para fabricar un avión se requiere

del desarrollo de otras industrias como la electrónica, la mecánica y los sistemas de software (Chu *et al.*, 2010; Brown-Grossman, 2013), pero también por un conjunto de factores políticos y militares que influyeron en las decisiones de protección de la IA, ya que esta industria surgió ante la necesidad de crear armamento bélico (Hualde y Carrillo, 2007: 17-19).

Durante la Segunda Guerra Mundial hubo una aceleración en el desarrollo de la industria aérea, ya que sus características eran estratégicamente ofensivas y por tanto el desarrollo de la industria era resguardado. Sin embargo, luego de la caída del muro de Berlín y del surgimiento del concepto de desarrollo global, la industria de defensa y en especial la aeroespacial fue de las primeras en dar paso a cambios sustanciales que permitieron la apertura de la industria a la dinámica económica internacional (San Antonio, 2002: 420).

La globalización ha desempeñado un papel preponderante en el desarrollo de la IA (MacPherson y Pritchard, 2003). La razón principal es que la industria ha incrementado su capacidad de vencer barreras geográficas y ha podido trasladar segmentos o la totalidad de sus procesos de producción en busca de mayores beneficios (Juárez, 2013). Ante la posibilidad de relocalización, se han aprovechado las ventajas productivas que ofrece la homologación de la producción. Es decir, la estandarización de los procesos productivos en cadenas globales perfectamente diseñadas, que permiten fabricar diversos componentes alrededor del mundo con altos estándares de calidad que al mismo tiempo permitan la protección de la propiedad intelectual.

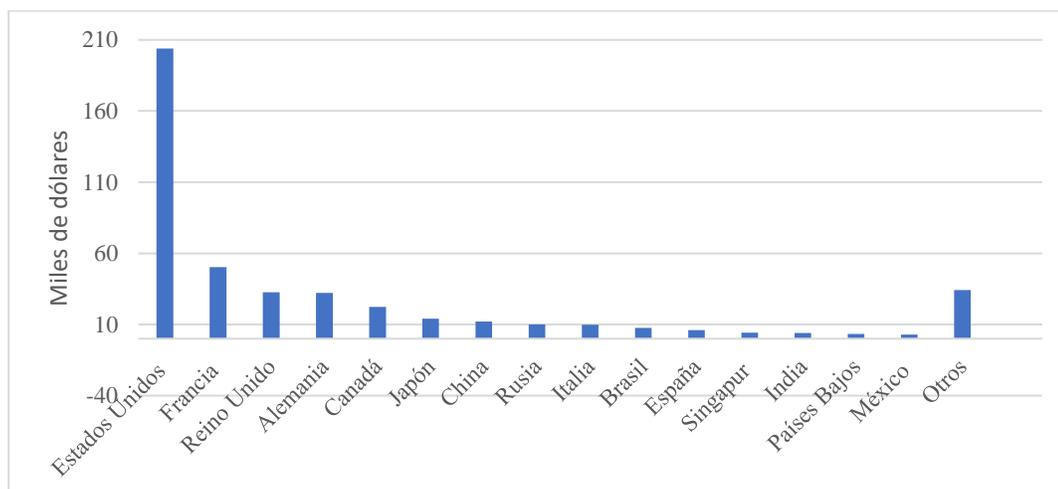
Distintos países se han incorporado a la estructura productiva de la IA bajo la premisa de los estándares de calidad y la protección de la propiedad intelectual (Juárez, 2008). Hualde y Carrillo (2007; 2013) consideran que los países del mundo en los que se ubican las empresas que dominan la IA internacional (Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania y Reino Unido) son las regiones centrales. Mientras que las regiones emergentes son los países receptores de la industria (Brasil, China, India, Corea del Sur y México). En las regiones centrales se diseñan los aviones y en las regiones emergentes se fabrican las partes. De tal suerte que la IA forma parte de la nueva división internacional del trabajo (Vázquez y Bocanegra, 2018). “La división internacional del trabajo es la extensión de las estructuras productivas alrededor del mundo” (Barkin, 1998: 445) que permite una mayor especialización e integración de los países en segmentos específicos de la cadena productiva

de la IA. La intención es aprovechar las ventajas tecnológicas, de innovación y de capital humano (Vázquez y Bocanegra, 2018).

La IA es la encargada de la producción, reparación y mantenimiento de aeronaves comerciales, militares y espaciales. La estructura productiva de la IA está constituida por tres segmentos según el Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial 2010⁴. El primero es el sector aeroespacial civil en el que el mercado mundial es dominado por la empresa estadounidense Boeing (Estados Unidos) y la empresa europea Airbus (Francia); juntas, representan el 90% del mercado mundial de aviones comerciales. Un segundo segmento es el regional que fabrica aviones de una capacidad de entre 20 y 99 asientos, segmento que es liderado por Embraer (Brasil) y Bombardier (Canadá).

El tercer segmento es el de helicópteros (civiles y militares) donde destacan empresas estadounidenses (Sikorsky, McDonnell Douglas Helicopter, Boeing Rotocraft Systems y Bell Helicopter Textron), europeas (Eurocopter (EADS) y AgustaWestland) y rusas (Mil y Kamov) (Niosi y Zhegu, 2005; PNEIA, 2010: 16). Los ingresos totales por ventas (Gráfica 2.1) en estos tres segmentos productivos fueron de 200 mil millones de dólares en Estados Unidos, 50 mil millones de dólares en Francia y 30 mil millones de dólares en Reino Unido para el año 2008.

Gráfica 2.1. Ingresos por ventas totales de la producción aeroespacial global en 2008



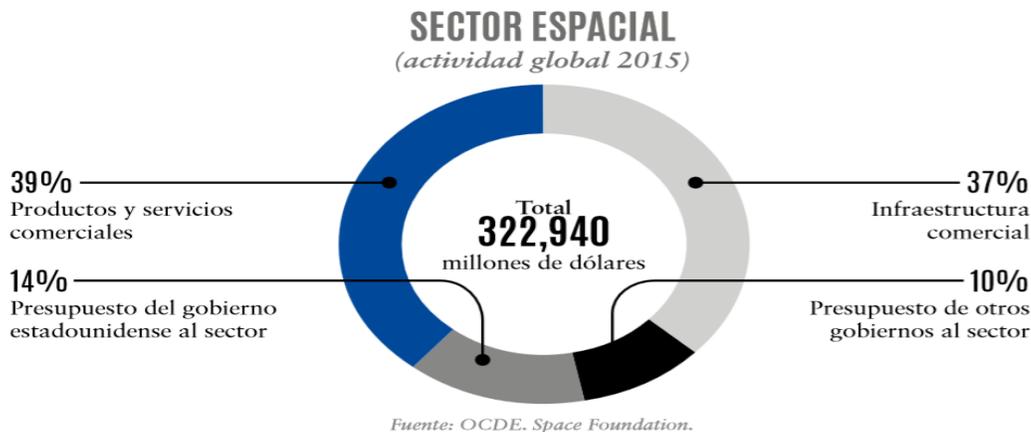
Fuente: Elaboración propia con base en Monografía de la Industria Aeroespacial en México⁵, 2012

⁴ Documento escrito por la Secretaría de Economía

⁵ Documento escrito por la Secretaría de Economía y la Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología

El sector aeroespacial experimenta un periodo de reinención y crecimiento porque se está apostando por nuevos mercados y nichos de negocio: “De acuerdo con datos de la Fundación del Espacio, el sector espacial global alcanzó un valor de 323 mil millones de dólares en 2015, siendo el segmento de productos comerciales el más representativo, al generar tres cuartas partes del ingreso total” (Roch *et al*, 2017: 25).

Figura 2.1. Actividad global del sector espacial



Fuente: OCDE Space Fundation

Como se aprecia en la Figura 2.1 el porcentaje de participación de productos y servicios comerciales es del 39%, en comparación con el total de actividades del sector. La importancia de la aviación comercial reside en “La demanda de aviones comerciales, que representa el componente más grande de la industria aeroespacial, derivada de la demanda de viajes aéreos a nivel mundial, influida por el crecimiento mundial del PIB, el comercio y el incremento en la riqueza per cápita” (Whyet y Kernnen, 2017: 4)

Por tanto, el objetivo principal de los fabricantes de aviones en el mundo es satisfacer la creciente demanda por “transporte aéreo que en 2009 fue de 43.6 mil millones de dólares y se espera que para 2019 sea de 58.4 mil millones de dólares” (Morán y Hernández, 2013: 8). Por el incremento en la demanda de aviones comerciales se estima que la producción aeroespacial tendrá un crecimiento sostenido en las siguientes dos décadas.

De acuerdo con Hernández *et al* (2015) se pronostica que para 2031 la flota de aviones será de 36, 556 aeronaves, esto implica que el aumento será de más del doble, puesto que actualmente la flota de aviones comerciales y de carga que circulan oscila en 17, 739 naves.

La proyección estima que para los próximos veinte años se fabricarán alrededor de 20, 240 aeronaves como resultado del incremento en las necesidades de conexión en todo el mundo (pág. 9) lo que implica un aumento en la estructura productiva global.

La actividad de desarrollo y construcción de aeronaves comerciales y de defensa enfrenta retos importantes como la reducción de costos, la innovación en el diseño y en los materiales (MacPherson y Pritchard, 2003). Esto crea la necesidad de desarrollo de una cadena de proveedores y permite que las regiones emergentes tengan la oportunidad de insertarse en la cadena de valor de la IA (Hernández *et al*, 2015:12). Pero, los estándares de calidad del producto y la protección de la propiedad intelectual seguirán siendo premisas para que el proceso de fabricación fuera de las regiones centrales pueda suscitarse. (Hualde y Carrillo, 2007: 103).

La globalización, la división internacional del trabajo y la creciente demanda de aviones en el mundo, son los retos que enfrenta la IA internacional. Por tanto, resulta pertinente indagar los eslabones de la cadena productiva de la industria.

2.1.1 La cadena global de valor de la Industria Aeroespacial

Las Cadenas Globales de Valor (CGV) representan a la estructura de actividades necesarias para la producción de un bien o servicio (Sturgeron, 2008). Las actividades de las cadenas globales de valor se despliegan en territorios locales, nacionales e internacionales (Gereffi, 2005). En el estudio de las CGV es importante entender la influencia de las relaciones al interior de la cadena productiva, el desempeño de las firmas locales, las estructuras de gobierno de la cadena y las redes que se configuran a partir de ella (Kasakoff, 2008).

La CGV de la IA ha tenido también una reconversión a lo largo del tiempo (Eriksson, 1995). Brown-Grossman y Domínguez (2013) señalan que en el pasado la CGV de la IA tenía una estructura jerárquica ya que solamente el 20% del total de una aeronave se manufacturaba mediante empresas contratistas o proveedoras. Actualmente es casi el 80% de la producción que se fabrica de este modo alrededor del mundo.

Según el Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial, Pro Aéreo (2012) ⁶, con referencia en un trabajo de la Universidad Politécnica de Madrid, afirma que las actividades productivas de la IA se clasifican en la producción de: 1) Aeronaves y sus partes, 2) Motores de aeronaves y sus partes, 3) Sistemas eléctrico-electrónicos y Aviónica, 4) Mantenimiento, Reparación y Supervisión (MRO), Simuladores y Entrenamiento y 5) Equipo espacial, misiles, armamento y otros.

Con la globalización la CGV de la IA se ha organizado en distintas regiones (Chu *et al*, 2010). La producción aeroespacial se concentra principalmente en las regiones centrales (Estados Unidos y Europa), donde se realizan las actividades productivas 4 y 5 (Mantenimiento, Reparación y Supervisión (MRO), Simuladores y Entrenamiento Espacial, misiles, armamento y otros). Sin embargo, las regiones emergentes, como México, que participan cada vez con más fuerza en la producción aeroespacial se dedican al desarrollo de las actividades 1 y 2 (Aeronaves y sus partes y Motores de aeronaves y sus partes) (Hualde y Carrillo, 2013). La oportunidad que tienen las regiones emergentes de participar en el desarrollo de las actividades 1 y 2 de la CGV de la IA es relevante por la apertura comercial que ofrece la globalización.

Por su parte, Hualde y Carrillo (2007) explican que estas actividades productivas de la IA se clasifican en cuatro niveles (Cuadro 2.1). Los autores hacen especial énfasis en las Original Equipment Manufacturer (OEM's) porque son las empresas encargadas de la fabricación y diseño de las partes esenciales de un avión y por tanto fungen como líderes en la CGV de la industria. En el primer nivel se desarrollan actividades de ensamble de sistemas primarios, en el segundo nivel se hacen subensambles de sistemas primarios y secciones menores, en el tercer nivel se fabrican componentes no primarios y en el cuarto nivel se realiza la producción especializada de elementos específicos. (Hualde y Carrillo, 2007).

⁶ Documento escrito por la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA) y la Secretaría de Economía (SE)

Cuadro 2.1. Niveles de la cadena de la Industria Aeroespacial

OEM'S Original Equipment Manufacturer	Diseño de las estructuras aéreas
---------------------------------------	----------------------------------

1er Nivel	Ensamble mayor de sistemas primarios de las aeronaves (hidráulico, neumático, tren de aterrizaje, motores) y manufactura de secciones de aeronaves sin diseño o ensamble final.
2do Nivel	Subensambles de diversos sistemas primarios y secciones menores.
3er Nivel	Fabricación de componentes maquinados y subensambles de sistemas no primarios
4to Nivel	Producción especializada de elementos de componentes menores bajo procesos específicos no complejos

Fuente: Elaboración propia con base en Hualde y Carrillo, 2007.

En resumen, de acuerdo con Pro Aéreo (2012) y Hualde y Carrillo (2007; 2013), la CGV de la IA se clasifica en cinco tipos de actividades productivas las cuales se agrupan en cuatro niveles o eslabones.

En cuanto a la localización de las actividades que la IA global realiza, estas pueden ubicarse de manera dispersa, pues los costos de transporte no son relevantes y la demanda geográfica de aviones no está concentrada (Niosi y Zhegu, 2005). Ya que las actividades de la CGV pueden dispersarse alrededor del mundo, existe una IA global desconcentrada (Esposito, 2004). Sin embargo, las empresas que se integran a la CGV de la IA deben contar con certificaciones que exigen cumplir con ciertos niveles de inversión, equipamiento y capacitación (Villarreal *et al*, 2016a). El hecho de que la industria tenga estos requerimientos propicia la concentración en determinados espacios geográficos porque se requiere de un colectivo de trabajadores calificados para desempeñar los procesos de la IA. (Casalet, 2013: 7).

Por lo tanto, la CGV de la IA tiende a organizarse en clusters (Ekaterina et al, 2016). “Los conglomerados más importantes de la industria aeroespacial están en los estados de Washington (Boeing), California (Boeing, Lockheed Martin, etc.) en los EUA; en Montreal, Canadá, (Bombardier, Pratt & Whitney Canada); en Toulouse, Francia, (Arianespace/Astrium/Airbus/EADS); y en Hamburgo, Alemania (Airbus/EADS); así como

en São José dos Campos, Brasil, donde tiene su sede la empresa brasileña Embraer” (AIM, 2013: 8).

El papel que desempeñan los gobiernos es primordial para el desarrollo de la CGV y para la creación de clústers aeroespaciales en el mundo (MacPherson y Pritchard, 2003). Como señalan Hualde y Carrillo (2007), Brown-Grossman y Domínguez (2013) y Kasakoff (2008), el desarrollo y la relocalización de las actividades productivas de la industria no serían posibles sin la rectoría de los gobiernos. El desarrollo de la política de la IA global es fundamental tanto en las regiones centrales como en las regiones emergentes porque a partir de ella se articula el dinamismo de la industria alrededor del mundo (Hualde y Carrillo, 2007)

2.1.2 La política internacional de desarrollo para la Industria Aeroespacial

Europa y Estados Unidos son los productores que dominan la IA global (Beaudry, 2001). Según San Antonio (2002) en un principio Europa fue el mayor fabricante de equipo aeroespacial. La cercanía geográfica entre países productores y sus políticas de defensa permitieron desarrollar una amplia cadena de proveeduría. En Estados Unidos no ocurría lo mismo porque no existía una red de productores integrada geográficamente. Fue hasta finales de los años 90 con el auge de la política global y con la firma del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) que Estados Unidos consiguió integrar una cadena de proveeduría con empresas filiales que se extienden en la región de Norte América (p. 430).

En Europa y en Estados Unidos la política económica y la política industrial son elementos clave para la consolidación del sector aeroespacial (Rose-Anderssen, 2009). Los factores que determinan el funcionamiento de la IA son dos. El primero es *la organización de la cadena de valor* de la IA en distintas regiones. Esto se desprende de la política industrial que mediante la división internacional del trabajo y la estandarización de la producción permite que los procesos productivos se ejecuten en distintas partes del mundo. El segundo factor se desprende de la política económica y es *la regulación de los gobiernos* para adecuar el funcionamiento del libre mercado mediante el ajuste entre oferta y demanda y la creación de acuerdos y tratados internacionales (San Antonio, 2002: 430-444). Ambos factores dan rigurosidad a los procesos de la CGV de la IA.

Con la organización de la CGV de la IA en distintas regiones las empresas requieren de una serie de certificaciones que aseguren la calidad la producción (Hernández *et al*, 2015). Existen diversas certificaciones que son propuestas por las empresas líderes de la industria en las regiones centrales y que son avaladas por los distintos gobiernos mediante diferentes acuerdos alrededor del mundo. Según la Monografía de la IAM (2012) la certificación que impera en la industria es la *Serie 9100*. Norma reconocida como el estándar mundialmente aceptado para la fabricación de aeronaves. La aplicación de la norma está a cargo del International Aerospace Quality Group (IAQG) y de la Society of Automotive Engineers (SAE). La pauta que se extiende por todo el mundo tiene variantes en Japón (JISQ 9100) y en Europa (EN9100). Todas persiguen el mismo objetivo, mantener la calidad en la producción aeroespacial (págs. 23-25).

Los tratados y acuerdos internacionales desempeñan un papel crucial para la ejecución y validez de las certificaciones (Villarreal *et al*, 2016a). En el mercado norteamericano, el Bilateral Aviation Safety Agreement (BASA) acuerdo firmado por México y Estados Unidos en 2007 y ratificado en 2009, asegura la calidad en los procesos de manufactura de partes aéreas. También existe el Arreglo de Wassenaar (AW), al que México se integró en 2012, con la intención de crear un bloque de seguridad para América del Norte y cuyo principal objetivo es “contribuir a la seguridad y estabilidad regional e internacional, promoviendo la transparencia y la responsabilidad en la transferencia de armas convencionales, bienes y tecnologías de uso dual” (Hernández *et al*, 2015: 31)

De tal suerte que los acuerdos antes citados, al menos para Norteamérica, replican lo que apunta San Antonio (2002). Es decir, que la política internacional de desarrollo de la IA se rige por dos vertientes: 1) la consolidación de la IA a escala internacional que busca mantener los *estándares de calidad* y 2) la *integración regional* del sector de defensa para crear grupos de producción coordinados (San Antonio, 2002: 435).

De acuerdo con Hernández *et al* (2015) existen mecanismos de intervención que consolidan la política internacional de la IA. Los programas que se derivan de las políticas intentan favorecer la actividad comercial aeroespacial. Dos medidas fundamentales son:

1) La simplificación arancelaria

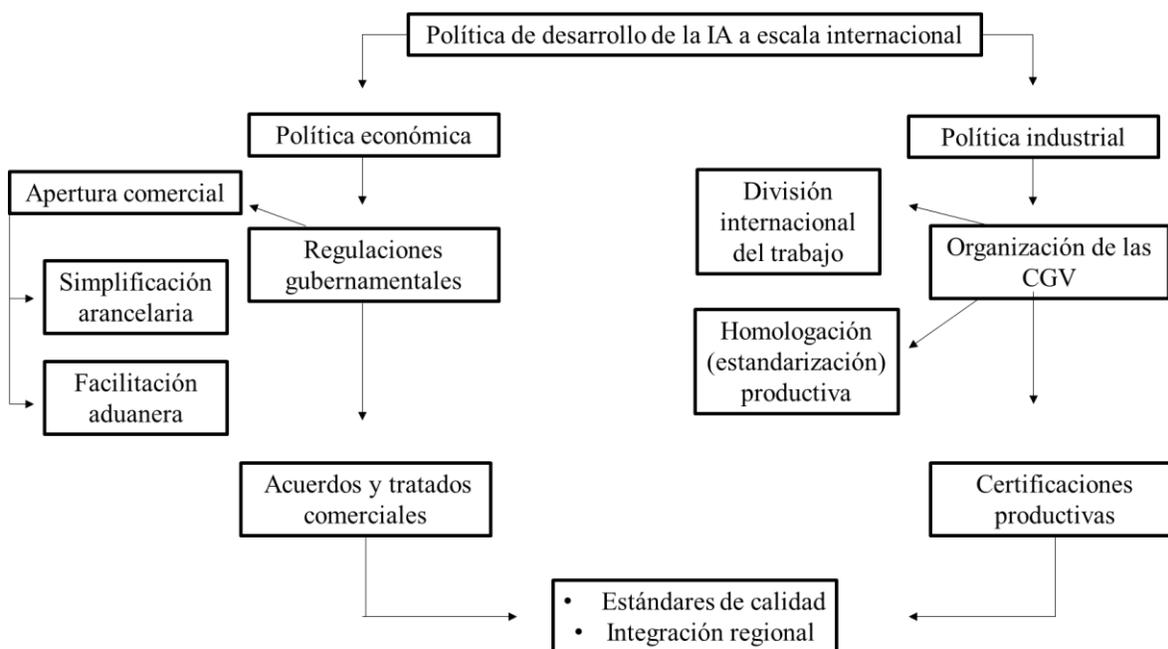
“Una política de simplificación arancelaria busca que los niveles arancelarios de un país sean similares a los de sus socios comerciales” (Hernández *et al*, 2015: 43).

2) La Facilitación aduanera y del comercio exterior.

“La facilitación aduanera y del comercio exterior contempla la simplificación y agilización de los procedimientos de despacho aduanero, la revisión de normas y su homologación hacia el estándar internacional” (Hernández *et al*, 2015:43).

Además, la IA mantiene ciertas tendencias político-legales (Monografía de la IAM, 2012). Estas tendencias se traducen en acciones de política pública y son: 1) impuestos por emisiones de Co2, a partir del año 2012, en vuelos que salgan de la UE al resto del mundo, 2) creciente regulación de aviones chatarra, 3) establecimiento de acuerdos para la producción militar en países como México, 4) apuesta pública por incentivar la consolidación y el mantenimiento de la demanda, con el fin de compensar los efectos negativos de la crisis y 5) énfasis en acciones para aumentar la seguridad y sostenibilidad integral del transporte aéreo de personas y mercancías, en las diferentes fases; desde las infraestructuras y la producción, hasta la operación y el mantenimiento (PNEIA, 2010).

Figura 2.2. Elementos de la política internacional de desarrollo de la Industria Aeroespacial



Fuente: Elaboración propia con base en Beaudry, 200; San Antonio, 2002; Rose-Anderssen, 2009; Monografía de la IAM, 2012 y Hernández, 2015.

En síntesis, la política internacional de desarrollo de la IA se compone de una política económica que tiene como objetivo la regulación gubernamental para permitir la apertura comercial (simplificación arancelaria y facilitación aduanera) mediante la creación de acuerdos y tratados internacionales. Esta política económica define una política encargada de la organización de la CGV de la IA en distintas regiones (división internacional del trabajo y la homologación de la producción) (Beaudry, 2001; San Antonio, 2002, Rose-Andersen, 2009).

Para ello son necesarias las certificaciones productivas que junto con los acuerdos y tratados aseguran los estándares de calidad y la integración regional productiva. Además, existe un conjunto de acciones de política pública que, en resumen, pretenden mantener e incrementar la producción aeroespacial en un contexto de sostenibilidad y seguridad ambiental.

Se han mencionado las características más importantes de la IA a escala internacional. La reconversión que sufrió la industria con la globalización, la importancia de las regiones centrales y emergentes, la cadena global de valor, los niveles productivos y las actividades

que la integran y, finalmente la política internacional de desarrollo que orienta a la IA. En la siguiente sección se identifican las especificidades que toma la industria en México.

2.2 La Industria Aeroespacial en México

La IA en México se remonta a los años previos de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, la instalación de las primeras empresas se suscita en la época del modelo de sustitución de importaciones, en los años sesenta. Empresas como Switch Luz datan de aquella época. Pero no es hasta 1999 que empieza a haber registros en el país de un tipo de actividad denominado aeroespacial (Villarreal et al, 2016a; Carrillo y Hualde, 2013 y Villavicencio, Hernández y Souza, 2013). El origen de la industria en México se relaciona con factores competitivos como lo son: 1) los costos de producción que son menores en comparación con EUA, 2) la cercanía geográfica con EUA, 3) las capacidades productivas que se desprenden de la experiencia nacional en sectores como el automotriz, metalmecánico y electrónico (Villarreal et al, 2016a).

Por tanto, en México la presencia de empresas de la IA ha tenido un importante aumento. La firma del TLCAN (Tratado de Libre Comercio con América del Norte) y el BASA (Bilateral Aviation Safety Agreement) han tenido un papel primordial. El TLCAN ha incentivado la Inversión Extranjera Directa (IED) y el BASA ha buscado los mayores estándares de calidad en la producción aeroespacial. Juntos consolidan la presencia de la IA en México (Gutiérrez, 2017)

El pronóstico de crecimiento del sector a escala nacional es alentador (Roch, 2017). Según Brown-Grossman y Domínguez (2013) el crecimiento de la IA en México se debe a la colaboración entre el gobierno, el sector privado y los centros de docencia lo que permite, a pesar del bajo crecimiento de la economía, un “notable crecimiento de esta industria en términos de exportaciones y empleo [...]. [Además la IA] presenta un nivel alto de ocupación de fuerza de trabajo calificada, mayor que el promedio” (Brown-Grossman y Domínguez, 2013: 137).

De acuerdo con las cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la IA comenzó a registrarse como un sector productivo a finales de los años 1990s. En el Censo Económico de 1999 había tan solo seis unidades económicas relacionadas con el

sector. Para 2004 se registraron 16 empresas dedicadas a la fabricación de equipo aeroespacial. En 2009 se registraron 43 unidades de dicho sector y para el levantamiento censal de 2014 ya se tenía el registro de 94 unidades económicas, lo que significa un crecimiento de más del 50% a lo largo de una década (INEGI, Censos económicos, 1999, 2004, 2009, 2014).

Otras variables de los Censos Económicos como la Producción Bruta Total (PBT), el Valor Agregado Censal Bruto y las Remuneraciones totales, (Cuadro 2.2) muestran el crecimiento del sector aeroespacial a lo largo de los últimos años censales. Estos datos comprueban que la presencia de la industria va en aumento, tal como lo señalan Gutiérrez (2017), Roch (2017) y Brown-Grossman y Domínguez (2013).

Además, con los datos que proporciona el Banco de Información Económica (BIE) y la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) de INEGI se observa que el Producto Interno Bruto (PIB) del sector secundario no ha mantenido una tendencia estable (Gráfica 2.2), pues se presentan importantes caídas y recuperaciones asociadas al PIB nacional. Las tasas de crecimiento de la PBT del sector manufacturero y del subsector 336 Fabricación de equipo de transporte se han mantenido con una tendencia estable. La PBT de la rama de actividad 3364 Fabricación de equipo aeroespacial (Gráfica 2.3) ha tenido tasas muy elevadas incluso por encima del sector manufacturero y del subsector 336 al que pertenece esta rama de actividad.

Cuadro 1.2 Variables de los Censos Económicos para la Fabricación de equipo aeroespacial

Fabricación de equipo aeroespacial en México (millones de pesos)			
Año censal	2004	2009	2014
Unidades económicas	16	43	94
Producción Bruta Total (PBT)	1785.87	6096.36	16162.66
Valor Agregado Censal Bruto	867.66	3636.80	7116.87
Total de Remuneraciones	492.16	1186.15	2205.40

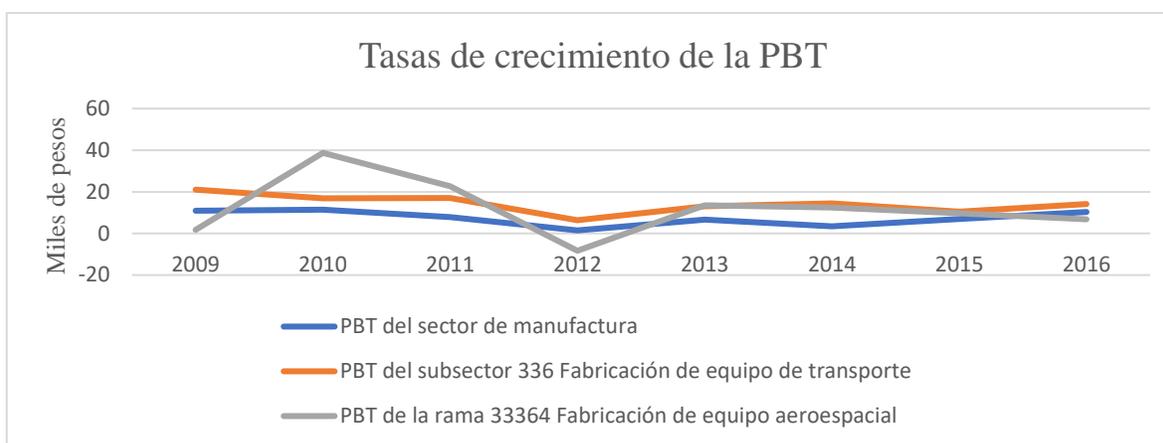
Fuente: Elaboración propia con base en Censos Económicos, INEGI

Gráfica 1.2. PIB del sector manufacturero a precios del 2013



Fuente: Elaboración propia con base en el Banco de Información Económica (BIE), INEGI

Gráfica 2.3. Tasas de crecimiento de la PBT aeroespacial



Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), datos anuales, INEGI

Roch (2017) señala que “Compañías importantes, como Bombardier, Grupo Safran, General Electric (GE), Honeywell y Eurocopter, han encontrado en el país las condiciones para desarrollar centros de diseño e ingeniería, laboratorios y líneas de producción” (Roch, 2017: 36). Por su parte, Hernández *et al* (2015) y la Monografía de la IAM (2012) pronostican que el panorama nacional seguirá siendo alentador para la industria ya que existe una estrategia conjunta entre el gobierno, las empresas, las entidades y las instituciones educativas para catapultar la IA en México.

De acuerdo con la información de PNEIA (2010) México es proveedor preponderante del mercado estadounidense aeroespacial. En 2010 exportó a Estados Unidos el 87% de sus partes de aviones y el 89% de los trenes de aterrizaje. Del mismo modo la Monografía de la IAM (2012) señala que la balanza comercial de la industria se ha mantenido superavitaria en los últimos años y que en específico para el año 2012 alcanzó un superávit de 644.8 millones de dólares. En este sentido, México es un país receptor de IED de la IA al participar en la CGV de la industria.

2.2.1 México en la cadena global de valor de la Industria Aeroespacial

Desde los años 90 con la firma del TLCAN, México ha sido parte de la producción manufacturera mundial (Juárez, 2008). Según Pro Aéreo (2012) México ocupa el primer lugar en inversiones de manufactura en el mundo, con 33,000 millones de dólares en el período 1990 – 2009, India ocupa la segunda posición y Vietnam, la tercera. Esto convierte al país en un sitio atractivo para la IA, que mantiene sus operaciones más complejas en las regiones centrales y organiza la cadena productiva en las regiones emergentes en busca de mayores beneficios.

Entre los productos que el país manufactura para la IA están el ensamble y subensamble de partes aéreas, que son los niveles 1 y 2 de la CGV (Morán y Hernández, 2013). Según la Federal Aviation Administration (FAA) y la Dirección General de Aviación Civil mexicana estos son los productos que se pueden producir en México bajo las certificaciones adecuadas (Hualde y Carrillo, 2007). Por su parte en la Monografía de la IAM (2012) se muestra que los productos manufacturados por la IA en México (Cuadro 2.3) son: partes de turbina, componentes electrónicos, interiores de aviones y equipo de emergencia, maquinados y metales, productos aislantes, arneses y otros productos de avión.

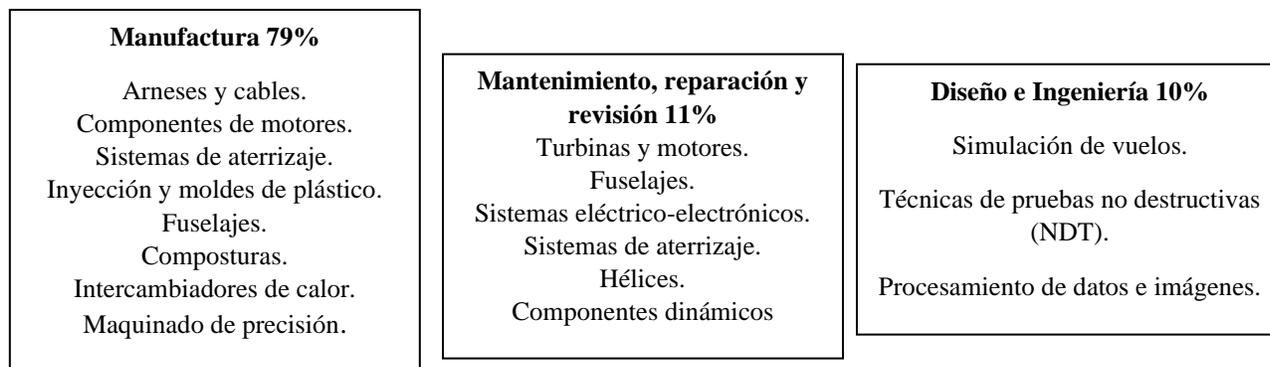
Cuadro 2.3. Productos aeroespaciales manufacturados por México

Productos aeroespaciales manufacturados en México	
Componentes del tren de aterrizaje	Componente de aluminio del armazón
Herramientas de control y del sistema eléctrico	Componentes de simuladores de vuelo
Sistemas electrónicos y mecánicos	Componentes de sistemas visuales
Componentes de los sistemas hidráulico y neumático	Componentes de los sistemas de oxígeno
Componentes del motor	Componentes de la seguridad del aparato
Componentes de materiales compuestos	Componentes de precisión de partes de maquinado

Fuente: Elaboración propia con base en Hualde y Carrillo, 2007.

La estructura productiva de IA en México tiene tres actividades principales (Fig. 2.3), la manufactura con el 79% de la actividad total, el mantenimiento, reparación y revisión 11% y el diseño e ingeniería 10% (Pro Aéreo, 2012). Distintos autores como Villarreal *et al* (2016a), Casalet (2013), Brown-Grossman y Domínguez (2013) y Hualde y Carrillo (2013; 2007) coinciden en que las empresas deben satisfacer altos requerimientos de seguridad y calidad en el producto. Casalet (2013) señala que se requiere de un alto nivel tecnológico en el diseño y manufactura de la industria aeronáutica, por la complejidad de la fabricación y por las diversas disciplinas que participan en la producción de aeronaves, además de los requerimientos de calidad que emanan de las exigencias de las empresas internacionales.

Figura 2.3. Los productos que fabrica la Industria Aeroespacial en México



Fuente: Elaboración propia con base en Pro Aéreo, 2012.

Así, las empresas en México que se incorporan a la CGV están sujetas a ciertos criterios imprescindibles (Hualde y Carrillo, 2007; 2013). Los criterios económicos en la selección de procesos de fabricación, la relación entre diseño y mantenimiento programado y la gestión de la calidad y normas son los aspectos en los que las empresas en México ponen énfasis para insertarse en la cadena de proveeduría de la IA (Monografía IAM, 2010).

México como país de la región emergente en la que se relocaliza la IA, produce aquellas partes del avión que dentro de la CGV incorporan un menor valor agregado. En los países centrales se sigue concentrando la producción más compleja a pesar de que exista la descentralización de las actividades de la IA (Hualde y Carrillo, 2007; 2013). Sin embargo, tal como señala Villarreal *et al* (2016a) es necesaria la exigencia de certificaciones para las empresas proveedoras y fabricantes en México, lo que propicia que dentro del país ciertas regiones ofrezcan mejores condiciones para el desarrollo de la IA.

El papel de los gobiernos es fundamental en el desarrollo de la IA, tanto en las regiones centrales como en las regiones emergentes. En el caso de las regiones emergentes como México la participación gubernamental es necesaria porque la complejidad tecnológica y productiva de la fabricación de equipo aeroespacial requiere de la cooperación y participación de otras industrias pesadas, de la cercanía con proveedores para la reducción de costos de transporte y de la necesidad de infraestructura carretera. Estas condiciones son provistas, en muchas ocasiones, por el gobierno. Es por todo lo anterior que la orientación de la política de desarrollo de la IA en México es un tema crucial para entender la dinámica económica y espacial que sigue la industria.

2.2.2 La política de desarrollo de la Industria Aeroespacial en México

El desarrollo de la política industrial en el país se ha mantenido con una orientación hacia las tendencias globales. Los últimos gobiernos se han planteado como objetivo la creación de políticas que atraen IED. En este sentido, Flores (2015) señala que la política de desarrollo para la IA en México se ha mantenido orientada hacia una estrategia que responda a las crecientes necesidades de la misma industria a escala global. Es decir, la política de desarrollo busca la capacitación del capital humano y la creación de nuevos acuerdos comerciales que permitan fabricar en México y exportar a Estados Unidos.

La política de desarrollo de la IA se basa en una estrategia que permita la incorporación del país a la CGV de la industria (Flores, 2015). En los documentos elaborados por entidades como la FEMIA y ProMéxico se muestra la ruta estratégica que permite la adhesión del país a la CGV de la industria (Morán y Hernández, 2013). La cual se enfoca en brindar las condiciones necesarias para el desarrollo de la industria. El PNEIA (2010) menciona que las principales estrategias que definen el hito de la política para el desarrollo de la IA en México son dos: 1) la reducción a la regulación y 2) la reducción de la carga fiscal en materia de importaciones. Ambas estrategias permiten la facilitación comercial, cuyo principal objetivo es la consolidación de acuerdos que permitan que los trámites de impuestos y aduanas sean menos engorrosos.

De acuerdo con Pro Aéreo (2012) deben seguirse 6 estrategias para la consolidación de la IA en México: “1) fortalecer la base de manufactura y la integración de la cadena productiva, 2) impulsar la capacitación y especialización del capital humano, 3) lograr la certificación de calidad y seguridad de las empresas del sector, 4) promover actividades de investigación y desarrollo vinculadas a la industria aeronáutica, 5) Facilitación comercial y 6) establecer una política de apoyos verticales para la industria aeronáutica similar a la de los países competidores” (pág. 32). En el documento se destacan dos estrategias como las más relevantes y se especifican las líneas de acción (Cuadro 2.4)

Cuadro 2.4. Estrategias y líneas de acción de la política de desarrollo de la IA en México

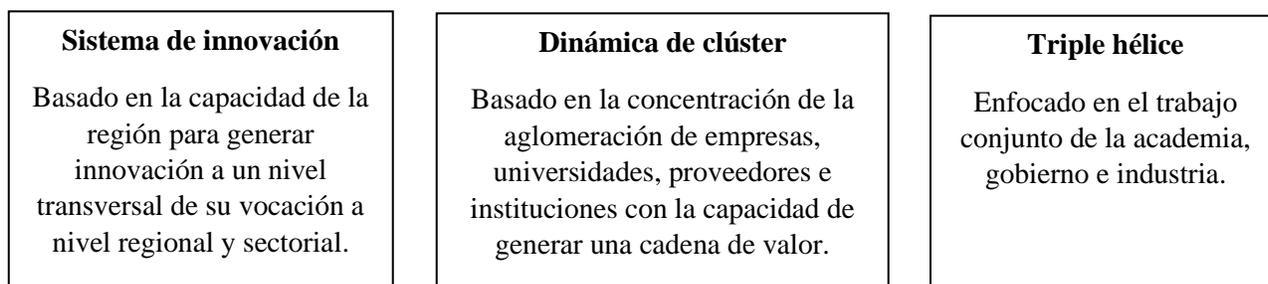
Estrategias	Líneas de acción
1. Fortalecer la base de manufactura y la integración de la cadena productiva	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar los proyectos en desarrollo de aeronaves en los cuales la industria aeronáutica de México tendría potencial para participar. - Promover la atracción de IED para complementar la cadena productiva, en particular proveedores de primer nivel y proyectos de OEM´s - Desarrollo de cadena de proveedores

1. Impulsar la capacitación y especialización del capital humano	<ul style="list-style-type: none"> - Promover la revisión y actualización de planes de estudio adecuados a las necesidades reales de la industria - Fomentar la realización de programas escuela-industria.
--	---

Fuente: Elaboración propia con base en (Pro Aereo, 2012: 32)

Finalmente, Hernández (2015) define tres pilares (Fig. 2.5) como parte de la estrategia nacional de desarrollo de la IA que buscan habilitar la competitividad en las distintas regiones.

Figura 2.4. Pilares de la estrategia nacional de desarrollo de la Industria Aeroespacial en México



Fuente: Elaboración propia con base en PNV, 2014.

Al cobijo de estos elementos se puede vislumbrar la dirección que toma la política de desarrollo de la IA en México. En un contexto nacional, las políticas están orientadas al alcance de los objetivos de la IA internacional. Se han creado acuerdos y alianzas en las que el sector aeroespacial mexicano puede incursionar a los procesos de producción para integrarse a la cadena de proveeduría, pero no se han creado los acuerdos que promuevan la transferencia de capacidades y tecnología (Flores, 2015).

La política mexicana no está orientada a la creación de una IA nacional, sino al fortalecimiento de la IA internacional, en especial a la IA estadounidense (Juárez, 2008). Por

ello es importante capacitar a la mano de obra que se integra a la CGV de la IA (Morán y Hernández, 2013). Como se ha señalado, la CGV de la IA exige rigurosos estándares de calidad por su alto grado tecnológico y de innovación. El objetivo es integrar al sector empresarial aeroespacial, a las instituciones educativas y al gobierno en la estrategia política de desarrollo de la IA en México (Casalet, 2013). La intención es que los tres sectores trabajen en conjunto para instruir al personal que potencialmente se empleará en las actividades de fabricación de equipo aeroespacial. En este sentido, la política tiene como finalidad atraer IED de las empresas aeroespaciales estadounidenses.

Es necesario crear ciertas condiciones para que la estrategia política de atracción de la IA funcione. Como señalan Villarreal *et al* (2016a) para atraer empresas es necesaria la creación de condiciones favorables. El personal capacitado, la infraestructura carretera, los aeropuertos y la cercanía con proveedores de la industria son algunos de los factores importantes para la atracción. Por lo anterior, al interior del país una de las estrategias políticas más relevantes es la localización de empresas anclas. Localizar una empresa de este tipo dentro de los parques industriales permite desarrollar toda una cadena de proveeduría. El resultado es la aglomeración económica que pueda detonar en economías de urbanización.

En resumen, la política de desarrollo de la industria aeroespacial en México está supeditada a las exigencias de la industria aeroespacial internacional (Hualde y Carrillo, 2007). Las estrategias más importantes son la capacitación del personal, las certificaciones en los procesos productivos y la apertura comercial. El papel del gobierno ha sido fundamental para el desarrollo de la IA en México puesto que ha aprovechado el desarrollo de la producción manufacturera lo que se traduce en capacidades productivas que se vuelven factores de atracción para la IA. Además, las estrategias de desarrollo de la IA han sido diseñadas por el gobierno nacional y coordinadas por los gobiernos locales para lograr la integración a una CGV compleja y competitiva en la que se auguran años de crecimiento.

Conclusiones

A lo largo de este capítulo se identifican las principales características de la industria que develan su relevancia y abren la puerta al análisis de los factores de localización en México de la IA. La CGV de la industria es una de las más complejas y competitivas por su alto grado de desarrollo tecnológico.

Con la globalización la IA internacional experimentó una reconversión. Al principio fue una industria protegida por sus avances tecnológicos que se traducían en desarrollo de armamento bélico. Posteriormente con la división internacional del trabajo y la homologación de la producción se integró a la dinámica global que permite la relocalización de las actividades, pero al mismo tiempo exige altos estándares de calidad en los productos. La reconversión ha dado paso a la integración de una CGV que permite que las regiones emergentes participen en la producción de aeronaves alrededor del mundo.

La IA nacional e internacional se encuentran en franca expansión. Se espera que con motivo del crecimiento económico mundial la demanda de aviones comerciales y de carga vaya en aumento. Del mismo modo existe una industria de defensa creciente debido a los requerimientos militares y políticos de los países centrales. De tal suerte que la fabricación de equipo aeroespacial alrededor del mundo en los próximos 20 años aumentará. Por tanto, la IA es una industria estratégica para el desarrollo global, por ello se espera que la fabricación de equipo aeroespacial en todo el mundo siga en aumento.

México se ha incorporado a la CGV de la IA y participa como principal proveedor de los Estados Unidos a partir de la apertura comercial e industrial. El crecimiento de la industria en el país ha sido acelerado. La industria ha presentado cifras de crecimiento alentadoras en el último quinquenio. El TLCAN y el BASA facilitan la comercialización de aeropartes que protegen la seguridad aérea y que se comprometen a la certificación en los procesos de calidad. El Arreglo de Wassenaar fomenta la capacitación de la mano de obra y la creación de un bloque económico que busca la seguridad aérea en la región.

El papel del gobierno es fundamental para la IA tanto a escala global como a escala nacional. En el escenario internacional la política de desarrollo de la industria busca la regulación de los gobiernos mediante acuerdos comerciales y la integración regional del sector aéreo mediante la incorporación de distintas regiones a la GCV. En el país la política está dirigida a la consecución de los objetivos de la IA internacional y para ello se han

diseñado estrategias al interior del país como la dinámica de clúster, los sistemas de innovación y la triple hélice. La principal intención es atraer IED de las empresas aeroespaciales estadounidenses.

Con los elementos de este capítulo que contextualizan la importancia de la IA en México y con los conceptos y herramientas analíticas del capítulo anterior es pertinente el desarrollo del análisis empírico que permitirá conocer la distribución geográfica de la IA en México y los factores de determinan esa localización.

Capítulo 3. Análisis de la distribución geográfica de la Industria Aeroespacial en México

El análisis de la distribución geográfica de las actividades económicas tiene como propósito conocer su localización y concentración espacial. El objetivo de este capítulo es analizar la distribución geográfica de la Industria Aeroespacial (IA): por un lado, identificar las ciudades en donde se localiza esta industria; y por otro, conocer en qué medida este sector se concentra en determinadas ciudades. Para lograr estos objetivos se hace uso de índices y herramientas estadísticas que incluyen el índice Herfindhal, la densidad de Kernel y el índice de vecino más cercano y, que permiten identificar dónde se localizan las empresas del sector y en qué medida se concentra geográficamente la industria. Es decir, el capítulo tiene una aproximación de corte cuantitativo.

En primer lugar, se describen las características y las fuentes de información que se utilizaron para la investigación. Se explica de manera conceptual en qué consisten las herramientas analíticas empleadas en el análisis y se argumenta también sobre la pertinencia en la elección de estas fuentes y herramientas. Posteriormente se presentan los resultados y el análisis que se contrastan con la literatura existente sobre localización de la IA.

3.1 Análisis de localización y concentración espacial de la Industria Aeroespacial en México

3.1.1 Fuentes de información

En este capítulo se emplearon los datos georreferenciados que ofrece el Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI. La base de datos del DENUE contiene información sobre unidades económicas clasificadas en distintos tipos de actividad de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, SCIAN⁷. A diferencia de los Censos Económicos que se levantan cada cinco años, el DENUE se actualiza

⁷ SCIAN “proporciona un marco único, consistente y actualizado para la recopilación, análisis y presentación de estadísticas de tipo económico, que refleje la estructura de la economía mexicana” INEGI, <https://www.inegi.org.mx/app/scian/>

anualmente⁸. La información que proporciona es el nombre de los establecimientos, la clase de actividad (de acuerdo con el SCIAN), el tamaño (por rango de empleo) y la localización geográfica (latitud y longitud). El DENUe es una base pública desde el 2010 y para esta tesis se compiló la información del DENUe en 2010, 2014 y 2018.

El propósito de utilizar el DENUe es que los datos georreferenciados representan un primer acercamiento preciso para identificar la localización de la IA. Sin embargo, una limitante de esta base de datos es que no publica información sobre variables de actividad económica tales como la Producción Bruta Total (PBT) o el Personal Ocupado Total (POT). Para tener una aproximación del número de trabajadores se realizó una imputación a cada unidad económica con base en el rango de empleo que proporciona el DENUe. Para imputar los valores de empleo de acuerdo con el rango al que pertenece cada empresa se utilizó la mediana. Como en todos los casos el valor que se obtuvo fue decimal, se redondeó el valor al entero próximo. Finalmente, se clasificaron los establecimientos según la imputación del empleo en micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, de acuerdo con la metodología de INEGI (Cuadro 3.1). Este ejercicio se realizó para los tres años de estudio 2010, 2014 y 2018.

Cuadro 3.1. Imputación y clasificación del empleo

Rango	Imputación	Clasificación
0 a 5 trabajadores	3 trabajadores	Microempresa
6 a 10 trabajadores	8 trabajadores	Microempresa
11 a 30 trabajadores	21 trabajadores	Pequeña empresa
31 a 50 trabajadores	41 trabajadores	Pequeña empresa
51 a 100 trabajadores	76 trabajadores	Mediana empresa
101 a 250 trabajadores	176 trabajadores	Mediana empresa
250 a 500 trabajadores	376 trabajadores	Gran empresa

Fuente: Elaboración propia con base en DENUe, INEGI

⁸ “La actualización del DENUe considera distintas estrategias de acuerdo con las características de los negocios. 1.- Actualización anual de negocios grandes y de determinados sectores y subsectores de actividad económica de acuerdo con las Encuestas Económicas Nacionales. 2.- Actualización parcial del segmento de negocios micro, pequeños y medianos a través de registros administrativos. 3.- Actualización continua de ambos subuniversos a través del DENUe interactivo. 4.- Actualización total del DENUe en cada realización de los Censos Económicos” (Metodología del DENUe, 2017: 6).

El documento Plan Nacional de Vuelo (PNV) de ProMéxico que analiza las características de la IA en México para el año 2015 es también una fuente de datos consultada para esta tesis. El PNV cuenta con un directorio de empresas aeroespaciales. Por su parte, la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA) también compila en un directorio a las empresas de la industria que son miembros de la federación. Estos directorios incluyen empresas que no están incorporadas en el sector de acuerdo con el DENUÉ. Sin embargo, con ambos directorios se georreferenció a todas las empresas mediante el DENUÉ, aunque éstas pertenecieran a otra clase de actividad. El resultado fue una base de datos más amplia donde se incluyen las empresas de fabricación de equipo aeroespacial y otras empresas relacionadas con el sector.

Tal como señalan Hualde y Carrillo (2007) “es impreciso determinar una lista exhaustiva [de empresas de la IA] y es difícil definir el límite de lo que constituye esta industria, porque cuando se establece se genera una serie de servicios y actividades de talleres y proveedores locales, cuya actividad principal no es la aeroespacial, sino otras actividades, por lo que atiende a este sector de manera marginal. En tal sentido, no se puede determinar si constituyen o no parte del proceso aeroespacial, y es también impreciso definirlo como clúster” (pág. 67)

Por estas razones se decidió realizar el análisis espacial con las empresas que en el DENUÉ se clasifican en la clase de actividad 336410 Fabricación de equipo aeroespacial. Las empresas adicionales que registran la FEMIA y ProMéxico se consideran en esta tesis como relacionadas con el sector aeroespacial. No es posible con esta información saber cuál es la relación productiva o comercial de las empresas relacionadas con las empresas de fabricación aeroespacial. Sin embargo, con la georreferencia de ambos tipos de empresas (aeroespaciales y relacionadas) es posible determinar la cercanía geográfica que mantienen entre ellas.

Con la intención de realizar una somera exploración de los encadenamientos intersectoriales de la IA en México se utilizó la Matriz Simétrica de Insumo Producto (MIP) de la Economía Total / Origen doméstico de 2013. La MIP permite vincular las relaciones económicas intersectoriales, la composición del gasto final de los diversos agentes económicos, tales como hogares, empresas, gobierno, así como el resto del mundo y la estructura de costos por actividad económica. Esta matriz directa es elaborada por INEGI en

2018. En esta MIP 2013 se realizaron actualizaciones por los requerimiento y ajustes del SCIAN (una de sus principales fuentes). Para esta tesis se utilizó la MIP, industria por industria, y se calcularon los coeficientes técnicos para la rama de actividad 3364 fabricación de equipo aeroespacial. Se realizó este ejercicio descriptivo para identificar los vínculos productivos de esta industria con otras industrias y la importancia de sus exportaciones e importaciones.

3.1.2 Herramientas de análisis

Índice de concentración geográfica Herfindhal

Las medidas de concentración geográfica intentan explicar en qué medida alguna industria o sector se agrupa en una determinada localización. En este trabajo de investigación se utiliza el índice de concentración geográfica de Herfindhal (IH). El IH muestra en qué medida se concentra una actividad económica en diferentes unidades geográficas (Trejo, 2009). Este índice permite analizar variables como el empleo o el ingreso (Carlton y Perloff, 2016). El IH puede tomar valores entre 0 y 1. Si el valor del índice es cercano a 0 la distribución de la variable estudiada es dispersa; entre más cercano sea el valor del índice a la unidad se interpreta como una distribución concentrada (Shepherd, 1990).

La fórmula para calcular el IH es:

$$IH = \sum_{i=1}^N S_i^2 \quad (\text{Ec.3.1})$$

IH= Índice de Herfindhal

N= Número de municipios

S= Unidades económicas / empleo

Para calcular el IH de la IA se emplea información sobre unidades económicas y empleo por municipio en los años 2010, 2014 y 2018. En particular, este cálculo permitió ver el cambio en el tiempo en la concentración geográfica de las variables que se analizan.

Densidad de Kernel

El análisis espacial para la identificación de patrones de localización puede ser continuo o discreto. El análisis continuo es la representación de puntos en el espacio que se despliegan en una superficie continua, lo que propicia que se tenga una localización más precisa del fenómeno que se estudia. Además, no se requiere de un polígono como sí lo requiere el análisis discreto. Una ventaja del análisis discreto es que los polígonos (unidades territoriales, municipios, estados) contienen información socioeconómica. Sin embargo, la principal desventaja es que las variables contenidas en estos polígonos generalmente caen en lo que se denomina la falacia ecológica, puesto que se infiere que todos los elementos de la unidad territorial tienen características parecidas (Villarreal et al, 2016b; Garrocho et al, 2012).

La densidad de Kernel es un método para el análisis espacial continuo. El método representa la función de densidad probabilística de una variable continua. La variable debe disponer de una muestra aleatoria de **n** número de observaciones independientes. Kernel recoge estos datos para obtener un estimador de la función de densidad. Ya que una función de densidad toma distintos valores, el método Kernel agrupa los datos en clases. La representación se hace mediante rectángulos excluyentes cuya altura es el conteo de observaciones en cada clase. La altura se asocia a valores de probabilidad. Cuando se realiza un Kernel en cada uno de los datos de la variable el resultado será la suma ponderada de los datos agrupados. La suma es la función continua que capta la influencia de los datos cercanos y constituye el estimador de la densidad (Rodríguez, 2014).

La fórmula general de la densidad de Kernel es:

$$g(x_j) = \sum \left\{ k - \left(\frac{k}{h} \right) d_{ij} \right. \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Este método es el más adecuado para identificar de forma gráfica (visual) la concentración de puntos georreferenciados en un espacio continuo (Villareal et al, 2016). Por ello, en el presente trabajo de investigación se usa esta herramienta analítica para el análisis del patrón de localización de la IA, pues se cuenta con los puntos georreferenciados del DENUÉ que contienen información sobre las unidades económicas dedicadas a la fabricación de equipo aeroespacial. Es decir, el DENUÉ, proporciona una variable continua que se despliega en el espacio.

El índice del vecino más cercano

El índice del vecino más cercano o Nearest Neighbor Index (NNI) es un estadístico espacial que mide la distancia media entre puntos georreferenciados con la distancia media aleatoria. Si la distancia observada es igual a la aleatoria el estadístico toma valor de 1.00. Si la distancia observada es menor a 1 se interpreta como agrupamiento (clúster) espacial (Villarreal et al, 2016b). Para el desarrollo de este trabajo de investigación es fundamental la aproximación estadística que ofrece este índice. La densidad de Kernel que proporciona una vista gráfica del patrón de los puntos georreferenciados es un primer acercamiento, pero el resultado del NNI permite que con el cálculo de la distancia espacial se pueda interpretar que tan cercana o alejada es la distribución de los puntos (Gatica, 2012).

De acuerdo con *IBM knowledge center* el NNI se desarrolló como una forma de reconocer patrones de datos. El objetivo es calcular la distancia entre datos próximos y datos alejados por ello la medida que arroja este índice es una medida de disimilaridad. El análisis del vecino más cercano se clasifica dentro de las medidas para el análisis jerárquico de conglomerados. El análisis de conglomerados o clústers tiene como objetivo agrupar objetos en el espacio con características semejantes. De entrada, este tipo de análisis es exploratorio porque generalmente no se utiliza ningún tipo de modelo estadístico para hacer la clasificación. Sin embargo, el NNI como parte de los métodos jerárquicos aglomerativos, calcula la proximidad entre los grupos de objetos mediante un atributo estadístico que es la distancia (Figueras, 2001: 18).

La distancia del cálculo de este índice se mide entre los centroides de las unidades de observación, si se utiliza en el análisis espacial discreto o entre los puntos georreferenciados si se utiliza en el análisis espacial continuo. El resultado de la ejecución de este estadístico no es un mapa, como en la densidad de Kernel, sino un número que permite la interpretación de la distancia entre los datos (ArcMap, 2019).

Este estadístico se calcula con la siguiente fórmula:

$$NNI = \frac{\bar{D}_o}{\bar{D}_e} \quad (\text{Ec. 3.3})$$

\bar{D}_o = La distancia observada entre cada punto y su vecino más cercano.

\bar{D}_e = La distancia esperada entre cada punto, si el patrón de los puntos se distribuyera en el espacio de forma aleatoria.

3.2 Distribución geográfica de la Industria Aeroespacial

Como una primera aproximación al análisis de localización de la IA se identificó en qué proporción los municipios concentran empleo y unidades económicas. Se muestran los resultados en los Cuadros 3.2. y 3.3.

Cuadro 3.2. Municipios y participación del empleo en 2010, 2014 y 2018

Municipio	2010		2014		2018	
	Empleo	Participación en el empleo %	Empleo	Participación en el empleo %	Empleo	Participación en el empleo %
Chihuahua	1230	18.11	4725	26.91	4136	22.47
Mexicali	1383	20.37	1580	9.00	2418	13.13
Tijuana	1283	18.90	1659	9.45	1990	10.81
Colón	756	11.13	1456	8.29	1861	10.11
Guaymas	109	1.61	1349	7.68	1501	8.15
Querétaro	76	1.12	1104	6.29	1104	6.00
Ensenada	0	0.00	793	4.52	728	3.95
Guadalupe	0	0.00	176	1.00	552	3.00
Empalme	220	3.24	439	2.50	533	2.90
San Luis Potosí	176	2.59	76	0.43	452	2.46
Juárez	41	0.60	849	4.83	452	2.46
Nogales	252	3.71	369	2.10	445	2.42
Mérida	376	5.54	376	2.14	379	2.06
Acuña	0	0.00	0	0.00	379	2.06
Morelos	0	0.00	376	2.14	376	2.04
Apodaca	76	1.12	176	1.00	352	1.91
Saltillo	76	1.12	376	2.14	255	1.39
Tecate	76	1.12	0	0.00	176	0.96
Fresnillo	76	1.12	0	0.00	79	0.43
Hermosillo	0	0.00	756	4.30	76	0.41
El Marqués	197	2.90	501	2.85	50	0.27
Toluca	0	0.00	0	0.00	41	0.22
Atlixco	0	0.00	16	0.09	24	0.13
Irapuato	0	0.00	21	0.12	21	0.11
Celaya	0	0.00	0	0.00	21	0.11
Durango	6	0.09	3	0.02	3	0.02
Guadalajara	3	0.04	3	0.02	3	0.02
Monterrey	3	0.04	3	0.02	3	0.02
Calera	176	2.59	0	0.00	0	0.00
Santa Catarina	176	2.59	0	0.00	0	0.00
Culiacán	8	0.12	0	0.00	0	0.00
Miguel Hidalgo (DF)	3	0.04	0	0.00	0	0.00
Tepeapulco	3	0.04	0	0.00	0	0.00
Cuautitlán Izcalli	3	0.04	0	0.00	0	0.00
Gral. Terán	3	0.04	0	0.00	0	0.00
Cajeme	3	0.04	376	2.14	0	0.00
Ecatepec	0	0.00	3	0.02	0	0.00
Totales	6790	100	17561	100	18410	100

Fuente: Elaboración propia con base en DENU (2010), (2014) y (2018)

Cuadro 3.3. Municipios y participación de las unidades económicas en 2010, 2014 y 2018

Municipio	2010		2014		2018	
	Unidades económicas	Participación de las unidades económicas %	Unidades Económicas	Participación de las unidades económicas %	Unidades económicas	Participación de las unidades económicas %
Chihuahua	13	17.81	22	23.40	24	20.69
Mexicali	9	12.33	5	5.32	11	9.48
Tijuana	6	8.22	7	7.45	11	9.48
Guaymas	12	16.44	12	12.77	11	9.48
Colón	6	8.22	6	6.38	9	7.76
Empalme	3	4.11	7	7.45	6	5.17
Nogales	2	2.74	4	4.26	5	4.31
Querétaro	1	1.37	4	4.26	4	3.45
Ensenada	0	0.00	3	3.19	3	2.59
Saltillo	1	1.37	1	1.06	3	2.59
El Marqués	2	2.74	4	4.26	3	2.59
Juárez	1	1.37	4	4.26	2	1.72
Apodaca	1	1.37	1	1.06	2	1.72
San Luis Potosí	1	1.37	1	1.06	2	1.72
Mérida	1	1.37	1	1.06	2	1.72
Fresnillo	1	1.37	0	0.00	2	1.72
Guadalupe	0	0.00	1	1.06	2	1.72
Atlixco	0	0.00	2	2.13	2	1.72
Acuña	0	0.00	0	0.00	2	1.72
Tecate	1	1.37	0	0.00	1	0.86
Durango	2	2.74	1	1.06	1	0.86
Guadalajara	1	1.37	1	1.06	1	0.86
Cuautitlán	1	1.37	0	0.00	1	0.86
Izcalli	1	1.37	0	0.00	1	0.86
Monterrey	1	1.37	1	1.06	1	0.86
Morelos	0	0.00	1	1.06	1	0.86
Hermosillo	0	0.00	2	2.13	1	0.86
Irapuato	0	0.00	1	1.06	1	0.86
Celaya	0	0.00	0	0.00	1	0.86
Toluca	0	0.00	0	0.00	1	0.86
Miguel Hidalgo (DF)	1	1.37	0	0.00	0	0.00
Tepeapulco	1	1.37	0	0.00	0	0.00
Gral. Terán	1	1.37	0	0.00	0	0.00
Culiacán	1	1.37	0	0.00	0	0.00
Cajeme	1	1.37	1	1.06	0	0.00
Calera	1	1.37	0	0.00	0	0.00
Santa Catarina	1	1.37	0	0.00	0	0.00
Ecatepec	0	0.00	1	1.06	0	0.00
Totales	73	100	94	100	116	100

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE (2010), (2014) y (2018)

De acuerdo con estos datos en el año 2010 había un total de 73 unidades económicas dedicadas a la fabricación de equipo aeroespacial, con un total de 6790 empleados en 27 municipios del país. De estos municipios, los cinco que concentraban la mayor proporción de empleo eran Mexicali, Tijuana, Chihuahua, Colón y Mérida, con 74.05% del total del empleo aeroespacial nacional. Las cinco ciudades que concentraban la mayor proporción de unidades económicas eran Nogales, Durango, Mexicali, Tijuana y Saltillo; juntas concentraban 58.91% de las unidades económicas aeroespaciales del país.

En el año 2014 se registraron para la fabricación de equipo aeroespacial 94 unidades económicas con un total 17561 empleados en 25 municipios. Los municipios en los que se registra la mayor proporción del empleo fueron: Chihuahua, Tijuana, Mexicali, Colón y Guaymas; juntos concentran el 61.33% del empleo total para ese año. Los municipios que registran la proporción más alta de unidades económicas fueron: Chihuahua, Guaymas, Tijuana, Empalme y Colón. Estos municipios concentran el 57.38% del total de las unidades económicas aeroespaciales del país.

Para el año más reciente, 2018, se registraron en el DENU 116 empresas de fabricación aeroespacial con 18410 empleados en 29 ciudades del país. Los municipios que concentraron la mayor proporción del empleo fueron: Chihuahua, Mexicali, Tijuana, Colón y Guaymas; entre estas cinco ciudades concentran 65.29% del empleo total aeroespacial. Los municipios que concentraron los porcentajes más altos de unidades económicas fueron: Chihuahua, Mexicali, Tijuana, Guaymas y Colón. Estas ciudades concentran el 57.4% del total de unidades económicas aeroespaciales en México. En los tres años que se analizan el empleo se encuentra más concentrado que las unidades económicas.

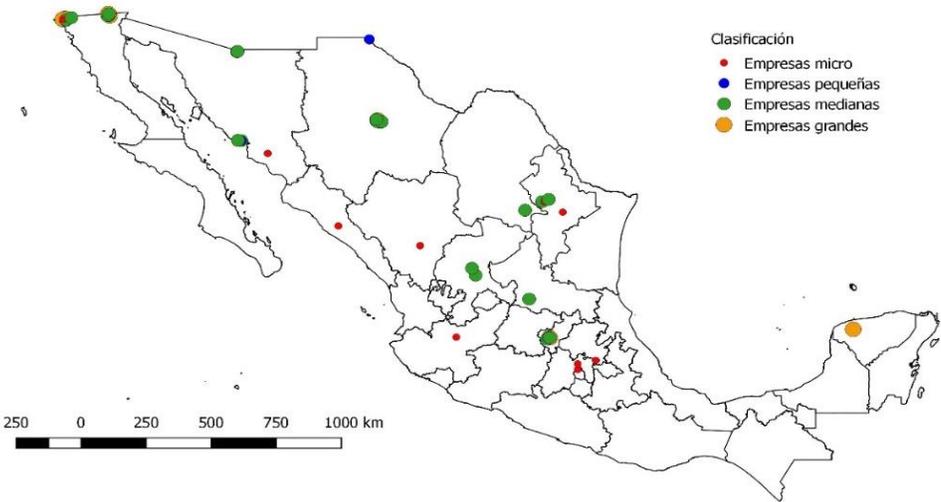
Se muestra con este primer acercamiento que la IA en México se concentra en muy pocas ciudades del país y además que la presencia de la industria en el país ha mostrado un continuo crecimiento. Las variables de empleo y unidades económicas presentan aumentos significativos en los años que se analizan. El empleo presentó una variación porcentual de 63 % entre 2010 y 2018, y en este mismo periodo las unidades económicas tuvieron una variación porcentual del 37%. Sin embargo, se observa una variación en el número de municipios en donde se localiza la IA. En 2010 eran 27 municipios, en 2014 se registran 25 municipios y para 2018 son 29 municipios. Este primer ejercicio permite acercarse a la

distribución espacial de la IA en México e identificar la participación de cada ciudad o municipio en variables como el empleo y las unidades económicas.

Los datos del DENUe registran 73 unidades económicas en el año 2010 de las cuales eran: 26 microempresas, seis pequeñas empresas, 32 medianas empresas y nueve empresas grandes. Para el año 2014 se registraron 94 unidades económicas, de las cuales eran: 14 microempresas, 11 pequeñas empresas, 35 medianas empresas y 34 empresas grandes. En el año 2018 se registran 116 empresas aeroespaciales de las cuales eran: 21 empresas micro, 17 empresas pequeñas, 47 empresas medianas y 31 empresas grandes.

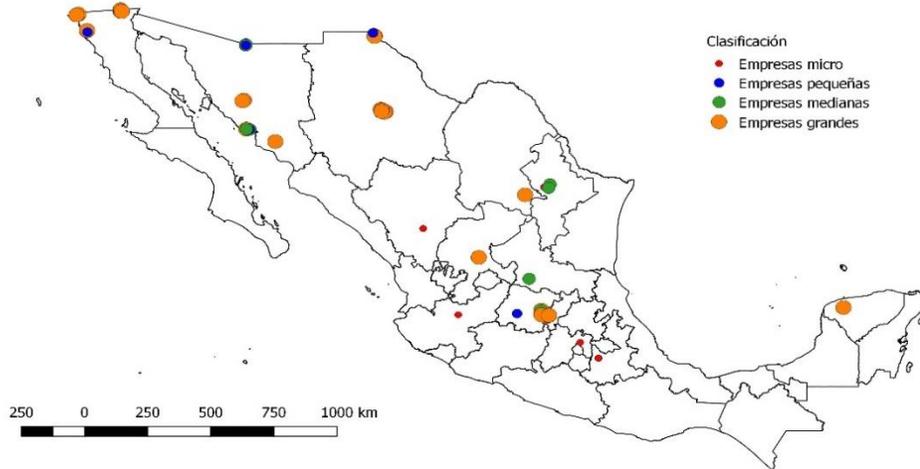
En los mapas 3.1, 3.2. y 3.3 se muestra dónde se localizan las empresas aeroespaciales según su tamaño por Personal Ocupado para 2010,2014 y 2018.

Mapa 3.1. Clasificación de las empresas aeroespaciales por Personal Ocupado, 2010



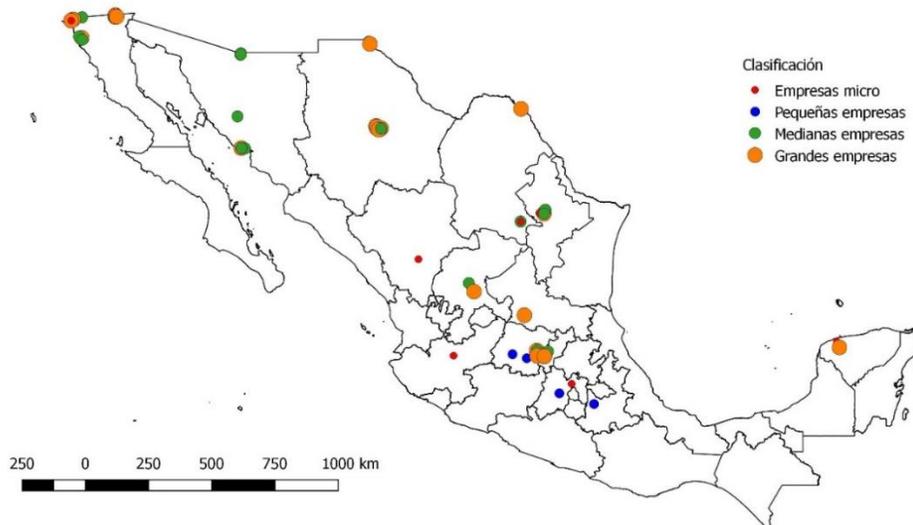
Fuente: Elaboración propia con base en DENUe, 2010.

Mapa 3.2. Clasificación de las empresas aeroespaciales por Personal Ocupado, 2014



Fuente: Elaboración propia con base en DENU, 2014.

Mapa 3.3 Clasificación de las empresas aeroespaciales por Personal Ocupado, 2018



Fuente: Elaboración propia con base en DENU, 2018.

Los mapas muestran que la localización de la IA en México de 2010 a 2018 no ha sufrido grandes cambios. Se observa una mayor presencia de la industria en la frontera norte del país y en el centro. Si se compara la información visual que ofrecen los mapas con la participación de unidades económicas y de empleo en los municipios, se tiene que los municipios que concentran la mayor proporción de estas variables son: Chihuahua, Mexicali, Tijuana, Guaymas, Colón y Querétaro. Se distingue con el tamaño de las unidades económicas según el empleo, que en estas ciudades se concentra una mayor cantidad de empresas medianas y grandes que se dedican a la fabricación de equipo aeroespacial.

Concentración geográfica por el Índice de Herfindhal

Con la intención de realizar también un primer acercamiento al análisis de la concentración espacial de la IA se calculó IH para identificar la concentración de empresas y del empleo por municipio. Con base en los datos que proporciona el DENU, se obtuvo el índice para el año 2010, 2014 y 2018.

Cuadro 3.4. Índices Herfindhal de 2010, 2014 y 2018

	2010		2014		2018	
	Empleo	Unidades Económicas	Empleo	Unidades Económicas	Empleo	Unidades Económicas
Índice Herfindhal (IH)	0.132	0.095	0.116	0.100	0.107	0.087

Fuente: Elaboración propia con base en DENU, INEGI (2010, 2014, 2018)

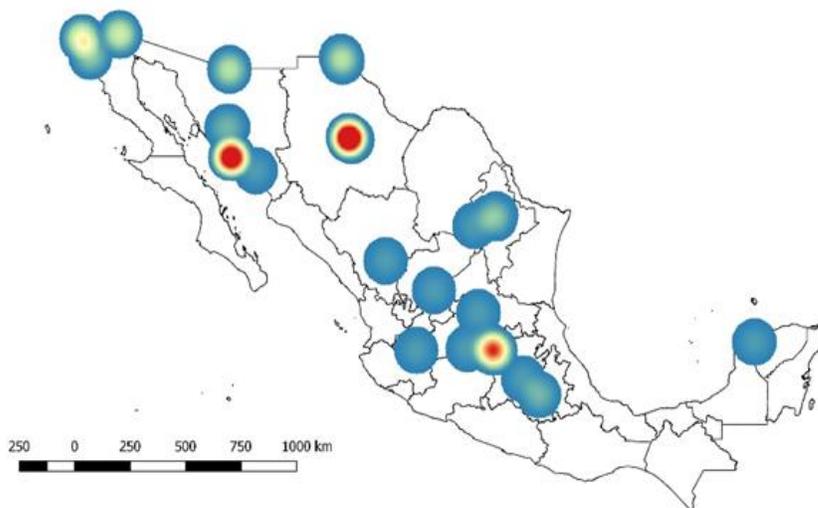
La variación en el tiempo del IH muestra que la concentración del empleo ha disminuido entre los años de estudio (Cuadro 3.4). Mientras que el valor del índice de Herfindhal para las unidades económicas presentó una mayor concentración entre 2010 y 2014, pero la variación entre 2014 y 2018 muestra una disminución en la concentración. Estos cambios están asociados al aumento tanto en el empleo como en las unidades económicas y su distribución geográfica. Es decir, se asocian al incremento en las variables y a la incorporación de algunos municipios en la producción aeroespacial.

Concentración geográfica por Densidad de Kernel

Para profundizar en el análisis espacial de la IA, se utilizó el programa QGis para obtener la densidad de Kernel cuyos resultados arrojan mapas en los que se muestran los puntos georreferenciados en los que la función de densidad toma valores más elevados. Se estima la densidad de Kernel para 2010, 2014 y 2018.

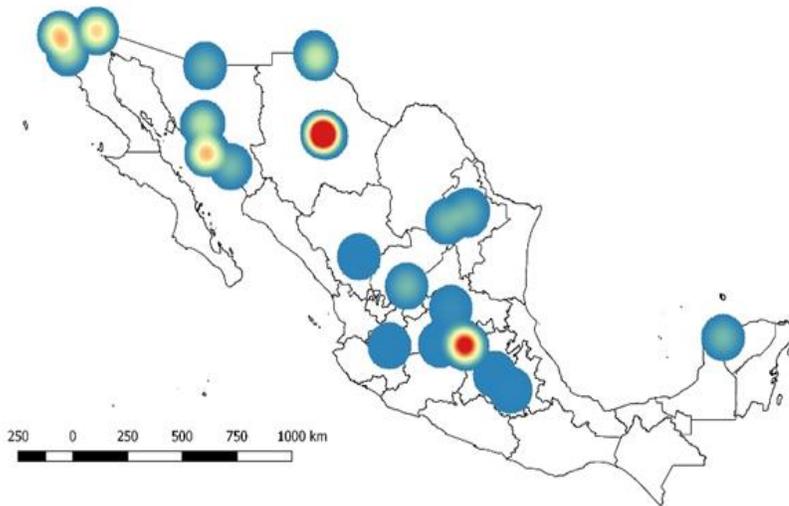
Con esta herramienta se observa la distribución geográfica de la IA de acuerdo con las unidades económicas aeroespaciales existentes en el país. Mapas 3.4, 3.6 y 3.8. En QGis se obtiene la herramienta de la Densidad de Kernel en su versión avanzada al considerar el peso que tiene un atributo. En este caso se consideró la variable empleo y se calculó nuevamente la Densidad de Kernel. El resultado se muestra en los mapas 3.5, 3.7 y 3.9.

Mapa 3.4. Densidad de Kernel de las unidades económicas de la IA, 2010



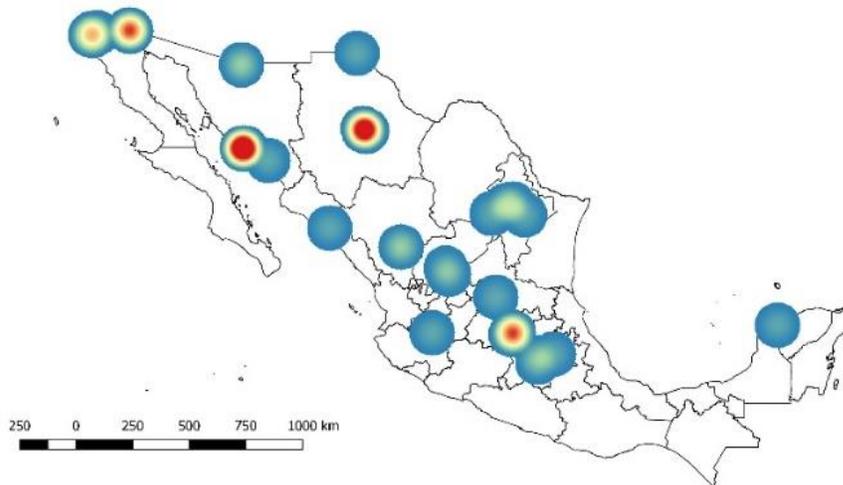
Fuente: Elaboración propia con base DENU, 2010.

Mapa 3.5. Densidad de Kernel ponderando por el empleo en México, 2010



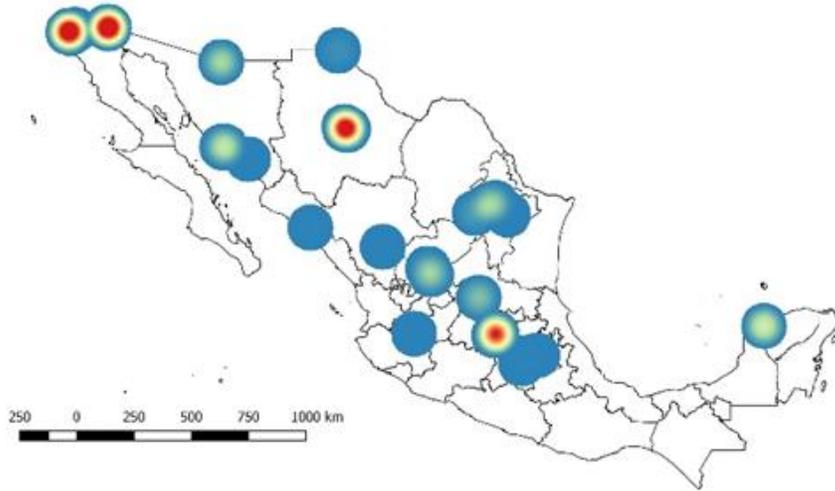
Fuente: Elaboración propia con base DENU, 2010.

Mapa 3.6. Densidad Kernel de las unidades económicas de la IA en México, 2014



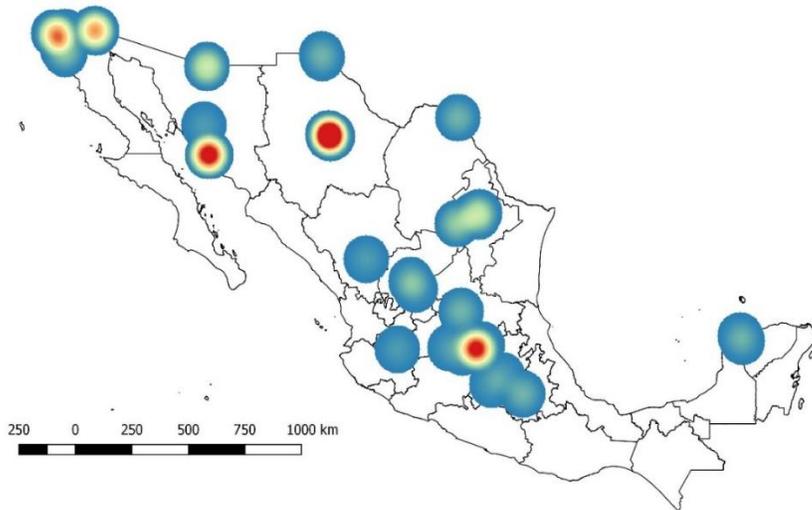
Fuente: Elaboración propia con base en DENU, 2014.

Mapa 3.7. Densidad de Kernel ponderando por el empleo en México, 2014



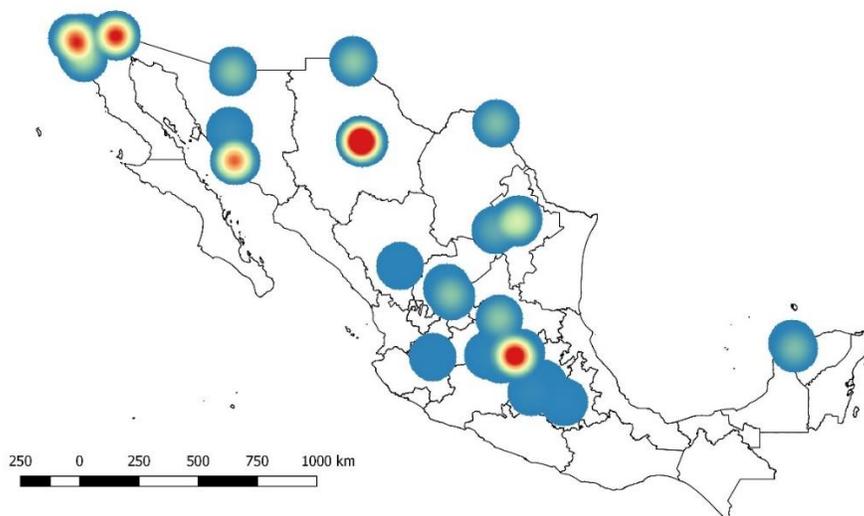
Fuente: Elaboración propia con base en DENU, 2014.

Mapa 3.8. Densidad de Kernel de las unidades económicas de la IA en México, 2018



Fuente: Elaboración propia con base en DENU, 2018.

Mapa 3.9. Densidad de Kernel ponderando por el empleo en México, 2018



Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018.

La densidad más alta se muestra en los mapas con las circunferencias que toman color rojo debido a la cantidad de puntos próximos de unidades económicas en esos sitios. En el año 2010 los sitios donde se observa una mayor densidad de unidades económicas son: Chihuahua (Chihuahua), Querétaro (Querétaro-Colón) y Sonora (Guaymas-Empalme). Cuando se considera el tamaño de las unidades económicas de acuerdo con el empleo se observa que la concentración de Baja California (Mexicali- Tijuana) aumenta su densidad mientras que en Sonora (Empalme-Guaymas) se atenúa. Esto sucede así porque el empleo, en el primer caso, tiene una importancia mayor, es decir, la densidad de los puntos es mayor cuando se considera el tamaño de estos puntos. En el caso de Sonora (Empalme-Guaymas), donde la densidad disminuye, es porque el tamaño de las unidades económicas es menor en cuanto al número de empleados.

Para el año 2014 los sitios donde se observa una densidad mayor de empresas aeroespaciales de la IA son: Baja California (Mexicali-Tijuana), Chihuahua (Chihuahua), Querétaro (Querétaro-Colón) y Sonora (Empalme-Guaymas). Sin embargo, cuando se considera el tamaño de las unidades económicas de acuerdo con el empleo, se observa,

nuevamente, que Baja California (Mexicali-Tijuana) aumenta su densidad y en Sonora (Empalme-Guaymas) disminuye. Esto se explica por el tamaño de las unidades económicas. A pesar de que en Sonora (Empalme-Guaymas) exista un mayor número de empresas que en Baja California (Mexicali-Tijuana), las de Baja California tienen un mayor número de empleados.

En el año 2018, los sitios en los que la densidad de Kernel es mayor son, nuevamente: Baja California (Mexicali-Tijuana), Chihuahua (Chihuahua), Querétaro (Querétaro, Colón, El Marqués) y Sonora (Empalme-Guaymas). Al considerar el peso del empleo, ocurre lo mismo que en años anteriores, Baja California aumenta su densidad y en Sonora disminuye.

Con esta herramienta espacial se observa que en el norte del país (Baja California, Sonora y Chihuahua) y en el centro (Querétaro) hay una mayor concentración de empresas aeroespaciales para los tres años de estudio. Si se comparan los mapas 3.4, 3.6 y 3.8 que son las densidades de Kernel de unidades económicas para los tres años, se observa que en los cuatro sitios donde se concentra la mayor cantidad de empresas la densidad ha aumentado a través del tiempo. Si se comparan los mapas 3.5, 3.7 y 3.9 se observa que el peso del empleo presenta variaciones, las cuales se explican por la presencia de nuevas empresas de distintos tamaños que alteran la densidad cuando se considera este atributo.

El análisis de la Densidad de Kernel sugiere que en las ciudades mencionadas la densidad Kernel es estadísticamente mayor, es decir, que en estas áreas del país existe una aglomeración de empresas aeroespaciales. La literatura internacional de la IA sugiere que esta industria se organiza en clústers y es necesario determinar si la localización de la IA en México también está organizada en clúster. El índice del vecino más cercano (NNI) es el estadístico utilizado para el análisis.

Índice del vecino más cercano

El índice del más cercano vecino es un estadístico espacial que permite determinar, mediante la distancia entre puntos georreferenciados, el tipo de patrón espacial (concentrado o disperso) que siguen estos puntos. Se utilizó el QGis para el análisis espacial del vecino más cercano con los puntos georreferenciados de la industria aeroespacial en 2010, 2014 y 2018. Los resultados obtenidos se muestran en los cuadros 3.5, 3.6 y 3.7.

Cuadro 3.5. Índice del vecino más cercano, 2010

Resultados del índice de vecino más cercano	
Distancia media observada	0.327
Distancia media esperada	1.00
Índice del vecino más cercano	0.294
Número de observaciones	73

Fuente: Elaboración propia con base en DENU, 2010.

Cuadro 3.6. Índice del vecino más cercano, 2014

Resultados del índice del vecino más cercano	
Distancia media observada	0.228
Distancia media esperada	0.998
Índice del vecino más cercano	0.228
Número de observaciones	94

Fuente: Elaboración propia con base en DENU, 2014.

Cuadro 3.7. Índice del vecino más cercano para 2018

Resultados del índice del vecino más cercano	
Distancia media observada	0.085
Distancia media esperada	0.900
Índice del vecino más cercano	0.094
Número de observaciones	116

Fuente: Elaboración propia con base en DENU, 2018.

El índice de vecino más cercano toma valores entre 0 y 1. La distancia esperada o aleatoria es igual a 1, en el supuesto de que los puntos se distribuyeran de forma uniforme en el espacio. La distancia observada es la distribución real de los puntos. Entre más cercano es el valor del índice a 0, se interpreta como un patrón espacial concentrado o tipo clúster. Para los datos de las unidades económicas de la IA en 2010, 2014 y 2018 la distancia media observada entre ellas es menor que la distancia media esperada. Es decir, la distancia observada es cercana a cero en todos los años de estudio. Para 2010 el índice toma el valor de 0.294, para 2014 es de 0.228 y en 2018 el índice es de 0.094. Con estos resultados se observa que a lo largo de estos años la localización de la IA en México se ha vuelto más concentrada. Si se comparan estos resultados con los resultados del índice de Herfindhal se observa que existen diferencias. De acuerdo con IH la concentración del empleo y las unidades económicas de la IA ha disminuido, esto se explica por la presencia de nuevas unidades económicas y la incorporación de algunos municipios a la distribución geográfica de la IA. Con la densidad Kernel se observa que la concentración espacial de la IA ha aumentado, este resultado sugiere que las nuevas unidades económicas se han instalado en municipios cercanos geográficamente a los que ya contaban con presencia de la IA. Es decir, la diferencia entre los resultados de estos estadísticos radica en que IH calcula la concentración con referencia en una unidad geográfica sin considerar la vecindad con otras unidades geográficas, la densidad de Kernel sí considera la vecindad con otras unidades geográficas.

Con los resultados del estadístico densidad de Kernel se identificaron los principales clústers geográficos de la IA en México. Se confirma así que en México esta industria también se encuentra concentrada. Si bien, el concepto de clúster considera entre otras relaciones internas, la dinámica económica intersectorial que existe en un agrupamiento geográfico de empresas (Porter, 1998) el estadístico densidad de Kernel permite únicamente observar el agrupamiento o clúster geográfico más no la dinámica del grupo de empresas ni la interacción de estas con otros sectores productivos y gubernamentales. En esta tesis interesa realizar un análisis interurbano por lo que es necesario observar las ciudades que integran estos agrupamientos geográficos. Para los tres años de estudio la densidad de Kernel arrojó las siguientes agrupaciones: Baja California (Mexicali-Tijuana), Chihuahua (Chihuahua), Querétaro (Querétaro, Colón, El Marqués) y Sonora (Guaymas-Empalme). A continuación

se realiza una descripción de los clústers geográficos aeroespaciales en México con la información del DENUÉ para el año 2018.

3.3.1 Características de los clústers geográficos aeroespaciales en México

Los principales clústers geográficos aeroespaciales en México, de acuerdo con la densidad de Kernel, se localizan en Baja California, Chihuahua, Sonora y Querétaro. En seguida se identifican a las ciudades que integran estos clústers así como los distintos tamaños de las empresas que concentran y sus tipos de actividad. De acuerdo con los criterios del Plan Nacional de Vuelo 2015 de ProMéxico, se clasificaron las empresas del DENUÉ para el 2018 según el tipo de actividad, tal como se muestra en el cuadro 3.8.

Cuadro 3.8. Clasificación de las empresas de la IA por tipo de actividad en 2018

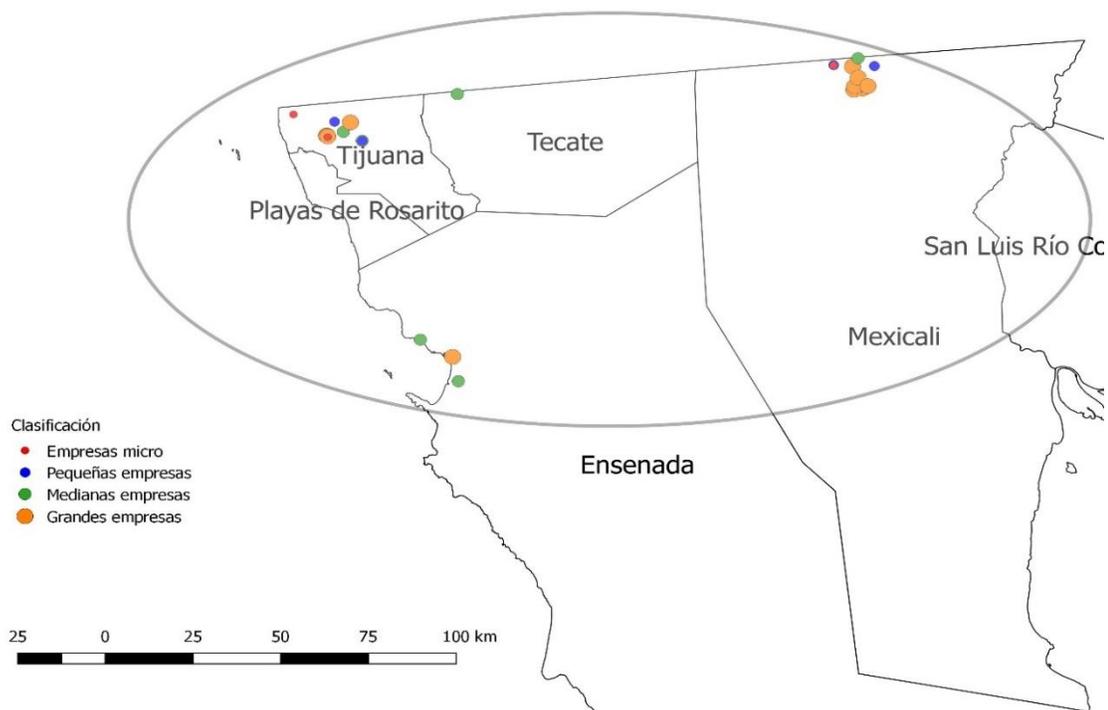
Tipo de actividad	Unidades Económicas
Capacitaciones y certificaciones	4
I + D Investigación y Desarrollo	6
Manufactura	98
Manufactura / I+D	2
MRR Mantenimiento, Reparación y Revisión	4
Manufactura/ MRR	2
Total	116

Fuente: Elaboración propia con base en DENUÉ, 2018 y PNV, 2015.

Con esta clasificación se observa que el tipo de actividad aeroespacial que destaca en México es la manufactura. El resto de las actividades apenas tiene presencia en el país. La clasificación hecha a partir del PNV permite mostrar la especialización que tiene la industria en el país según el tipo de actividad.

En los mapas 3.10, 3.11, 3.12 y 3.13 se muestran las ciudades que integran a los clústers geográficos aeroespaciales en México y se presentan el número y tamaño de unidades económicas de cada agrupación geográfica.

Mapa 3.10. Clúster geográfico de la IA en Baja California, 2018



Fuente:Elaboración propia con base en DENUE, 2018.

Las ciudades que integran el clúster aeroespacial de Baja California son: Ensenada con tres unidades económicas, Mexicali con 11 unidades, Tecate con una unidad y Tijuana con 11 unidades económicas (Cuadro 3.9). En este clúster aeroespacial hay 26 empresas: tres microempresas, seis pequeñas empresas, seis medianas empresas y 11 empresas grandes. En el cuadro 3.10 se muestra el número de unidades económicas según el tipo de actividad en el clúster Baja California.

Cuadro 3.9. Municipios y unidades económicas del clúster Baja California, 2018

Municipio	Unidades económicas
Ensenada	3
Mexicali	11
Tecate	1
Tijuana	11
Total	26

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018.

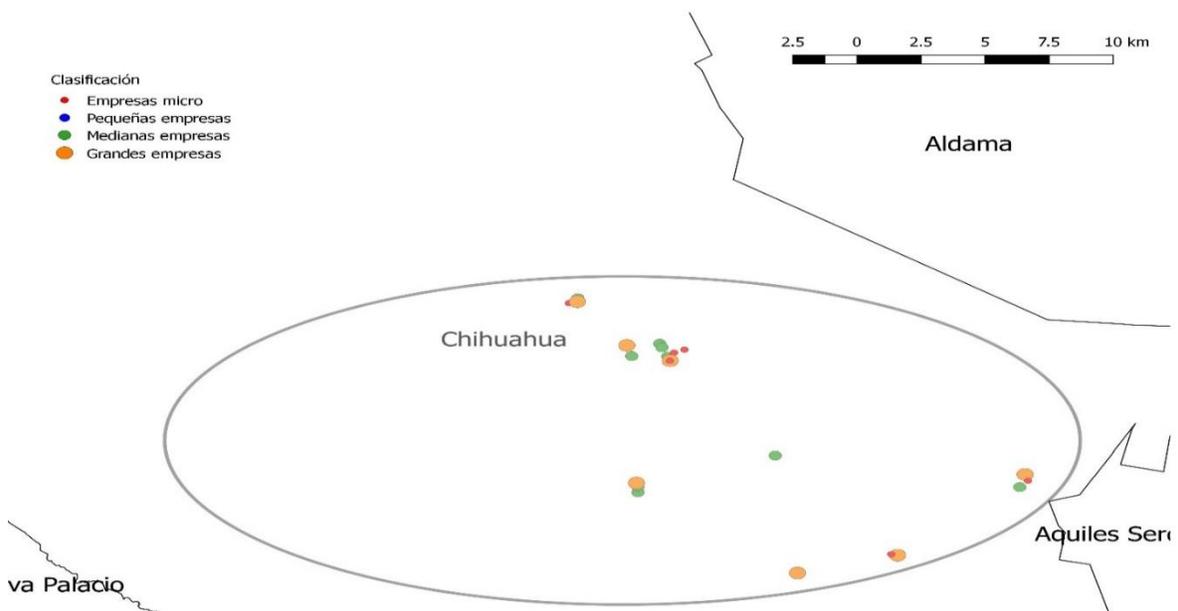
Cuadro 3.10. Tipo de actividad y unidades económicas del clúster Baja California, 2018

Tipo de actividad	Unidades Económicas
Capacitaciones y certificaciones	1
Manufactura	24
Manufactura/ MRR	1
Total	26

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018 y PNV, 2015.

En este clúster aeroespacial la actividad que predomina es la manufactura. Sin embargo, hay presencia de empresas dedicadas al Mantenimiento, Reparación y Revisión (MRR) y de Capacitaciones y Certificaciones para la IA.

Mapa 3.11. Clúster geográfico de la IA en Chihuahua, 2018



Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018.

Las empresas aeroespaciales en el clúster Chihuahua están localizadas en el municipio de Chihuahua. Este es el único clúster aeroespacial que se integra por una sola ciudad y, además, de acuerdo con la Densidad de Kernel es un clúster con un mayor número de puntos próximos (empresas contiguas). El peso del empleo también es un atributo importante en este clúster.

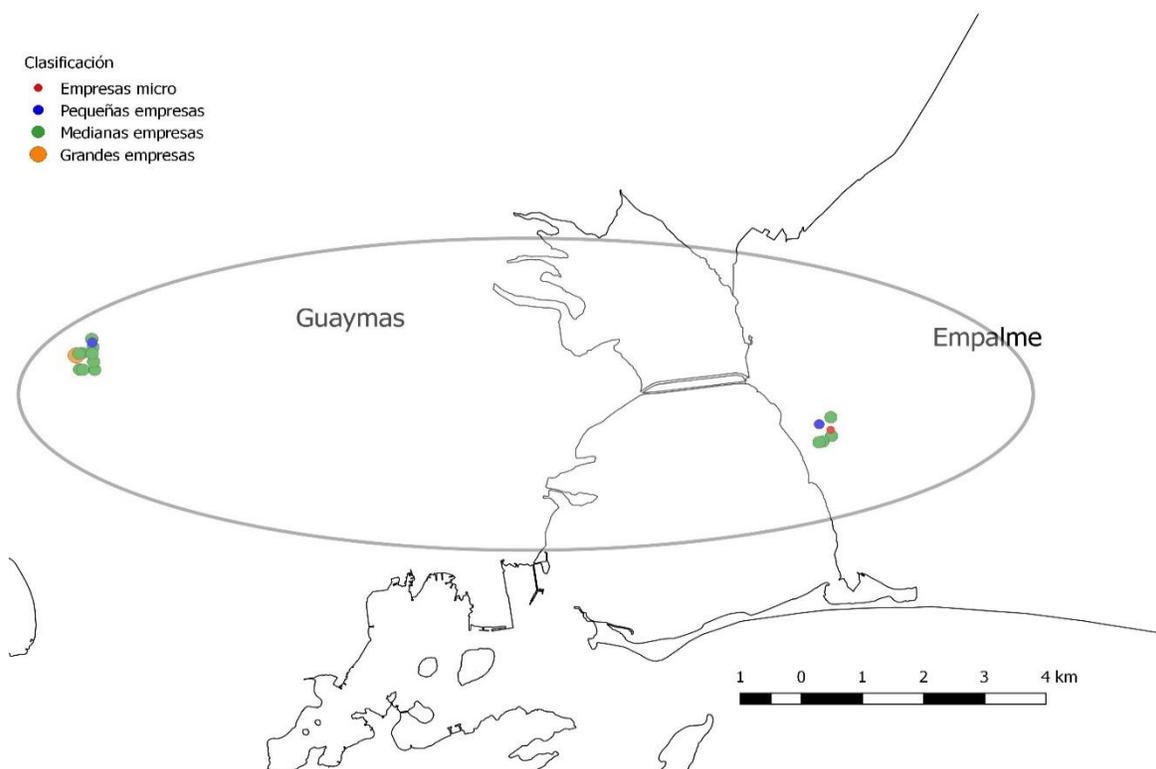
El clúster Chihuahua concentra 24 unidades económicas, de las cuales seis son microempresas, una empresa pequeña, 10 medianas empresas y siete empresas grandes. Como se observa en el cuadro 3.11, el tipo de actividad que predomina en este clúster aeroespacial es la manufactura y existe una presencia mínima de I + D y MRR.

Cuadro 3.11. Tipo de actividad y unidades económicas del clúster Chihuahua, 2018

Tipo de actividad	Unidades Económicas
I + D Investigación y Desarrollo	1
Manufactura	20
Manufactura / I+D	2
Mantenimiento, Reparación y Revisión	1
Total	24

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018 y PNV, 2015.

Mapa 3.12. Clúster geográfico de la IA en Sonora, 2018



Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018

El clúster aeroespacial de Sonora está integrado por dos ciudades: Empalme con 6 unidades económicas y Guaymas con 11, tal como se observa en el cuadro 3.12. Aunque hay presencia aeroespacial en otros municipios como Nogales y Hermosillo, en el análisis de la Densidad de Kernel no aparecen dentro de los puntos con mayor densidad. Una de las razones es porque las empresas aeroespaciales de estos municipios se encuentran alejadas de las de Empalme y Guaymas. En este clúster existen 17 empresas de las cuales una empresa es micro, dos pequeñas empresas, 13 empresas medianas y una empresa grande. El tipo de actividad que predomina, como se muestra en el cuadro 3.13, es la manufactura. Sin embargo, existe presencia mínima de otros tipos de actividad como MRR, I+D y Capacitaciones y Certificaciones.

Cuadro 3.12. Municipios y unidades económicas del clúster Sonora, 2018

Municipio	Unidades económicas
Empalme	6
Guaymas	11
Total	26

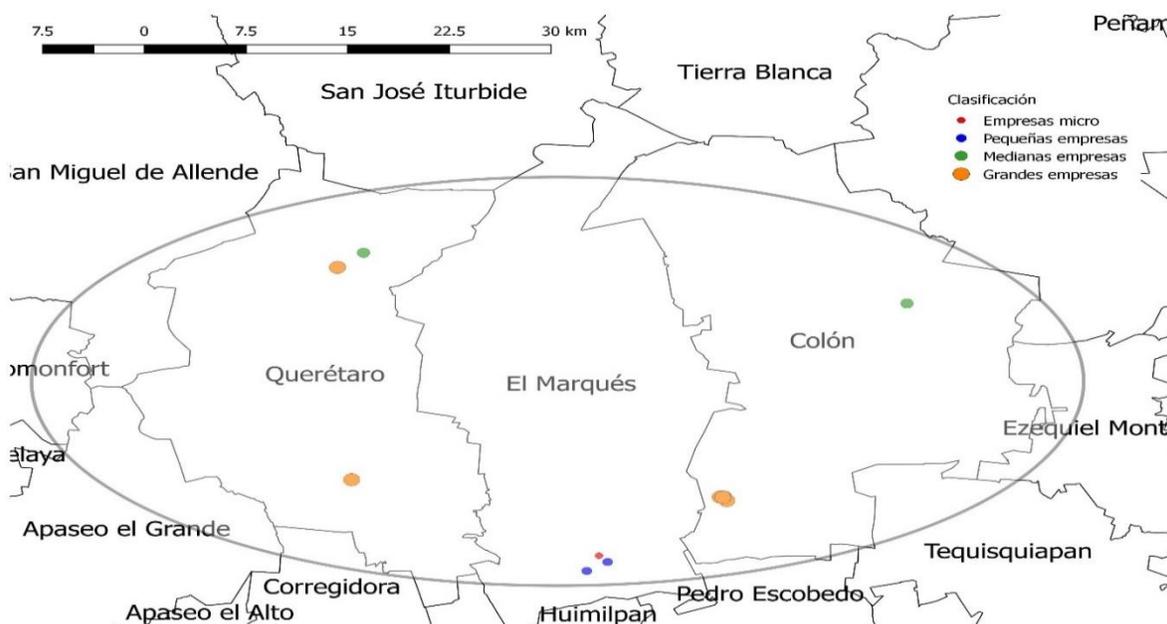
Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018.

Cuadro 3.13. Tipo de actividad y unidades económicas del clúster Sonora, 2018

Tipo de actividad	Unidades Económicas
Capacitaciones y certificaciones	1
I + D Investigación y Desarrollo	1
Manufactura	14
MRR Mantenimiento, Reparación y Revisión	1
Total	17

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018 y PNV, 2015.

Mapa 3.13. Clúster geográfico de la IA en Querétaro, 2018



Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018.

Cuadro 3.14. Municipios y unidades económicas del clúster Querétaro, 2018

Municipio	Unidades económicas
Colón	9
El Marqués	3
Querétaro	4
Total	16

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018.

Cuadro 3.15. Tipo de actividad y unidades económicas del clúster Querétaro, 2018

Tipo de actividad	Unidades Económicas
Capacitaciones y Certificaciones	1
I + D Investigación y Desarrollo	2
Manufactura	12
MRR Mantenimiento, Reparación y Revisión	1
Total	16

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018 y PNV, 2015.

El clúster aeroespacial de Querétaro está integrado por tres ciudades: Colón donde se localizan nueve unidades económicas, El Marqués y Querétaro con tres y cuatro unidades económicas, respectivamente (Cuadro 3.14). Existen empresas alrededor de este clúster en otros municipios como Celaya e Irapuato, pero están más alejadas y son muy pocas unidades económicas en comparación con las de este clúster. El clúster Querétaro se conforma por 16 empresas: dos microempresas, tres empresas pequeñas, cinco empresas medianas y seis empresas grandes. Como se observa en el cuadro 3.15, el tipo de actividad que destaca es la manufactura. Existe presencia mínima de empresas de Capacitaciones y Certificaciones, I +D y MRR.

Los principales clústers aeroespaciales en México (Cuadro 3.16), concentran la mayor cantidad de empresas y de empleo en comparación con el resto del país, tal como se observa en los mapas (3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9) en los que se muestran los resultados de la Densidad Kernel por unidades económicas y por unidades económicas y empleo.

Cuadro 3.16. Clústers geográficos de la IA en México, 2018

Clúster	Municipios	Establecimientos	Empleo (Personal Ocupado)
1) Clúster Baja California	Ensenada, Mexicali, Tecate, Tijuana	26	5312
2) Clúster Chihuahua	Chihuahua	24	4136
3) Clúster Sonora	Empalme y Guaymas	17	2034
4) Clúster Querétaro	Colón, El Marqués y Querétaro	17	3015

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018.

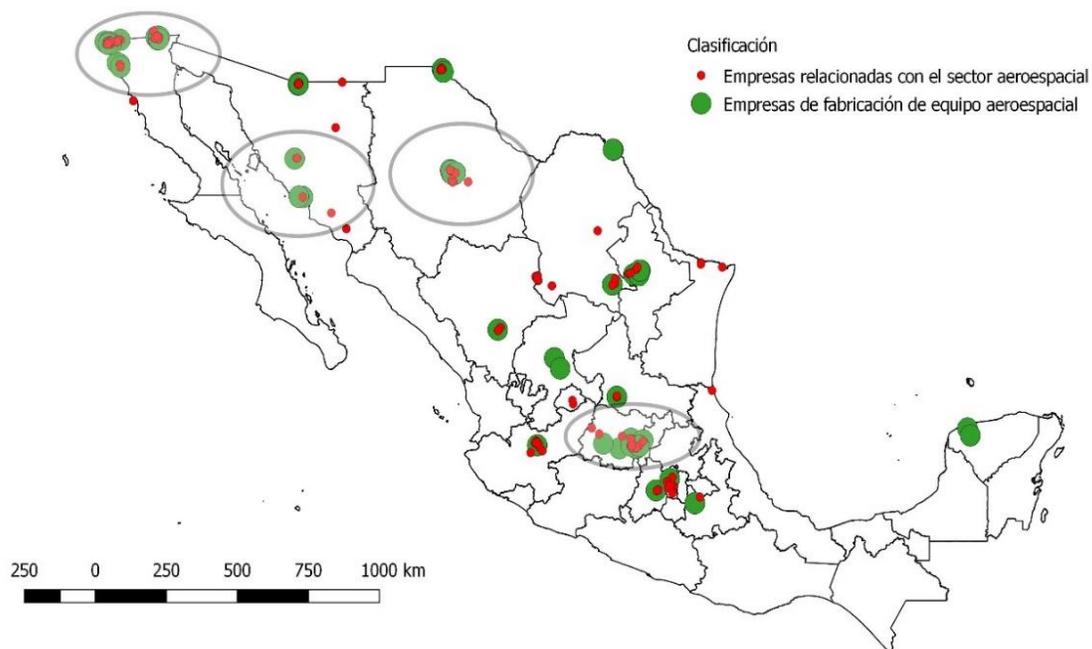
Cabe mencionar que existen algunas concentraciones de empresas aeroespaciales que, si bien no alcanzan la concentración de los clústers que se han analizado, sí se observa una concentración más alta que en el resto del país. Estos puntos, de acuerdo con la densidad de Kernel, se encuentran en la parte norte de Sonora (Hermosillo y Nogales) y en Nuevo León (Apodaca, Guadalupe y Monterrey).

Con esta descripción se lograron identificar algunas características de los clústers geográficos de la IA en el país. Sin embargo, como se ha señalado previamente el clúster va mucho más allá de la agrupación en el espacio. Tal como mencionan Octaviano y Puga (1997), Porter (1998), Moncayo (2002) y Hylton y Catherine (2018) el clúster es una forma de organización espacial que promueve la competencia y la cooperación de forma simultánea. En su organización los clústers forman canales de distribución entre proveedores y clientes, al mismo tiempo generan una red de actores que se comunican a través de los procesos productivos y tecnológicos. El análisis espacial realizado no permite identificar la dinámica que de acuerdo con la literatura se presenta en la organización productiva del tipo clúster.

Finalmente, se muestran en el mapa 3.14, a 162 empresas (puntos rojos) que de acuerdo con la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA) y ProMéxico son parte del sector aeroespacial, pero de acuerdo con el DENUE de INEGI pertenecen a otros subsectores de actividad. Estas empresas fueron georreferenciadas con el DENUE a partir del directorio de empresas aeroespaciales que proporciona el Plan Nacional de Vuelo 2015 de ProMéxico y el directorio de la FEMIA, se observa en el mapa que se localizan en cercanía geográfica a las empresas de fabricación de equipo aeroespacial. Con esta información se

tendrían algunos indicios de las relaciones interindustriales que podrían seguir las agrupaciones geográficas de empresas de la IA en el país.

Mapa 3.14. Empresas relacionadas con el sector aeroespacial en 2018



Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, 2018, ProMéxico y FEMIA

Como se señaló en la primera parte de este capítulo, es difícil obtener un listado preciso de las empresas que integran a la IA en México. Se sabe que al localizarse la IA genera un conjunto de actividades a su alrededor. El análisis espacial implementado no permite determinar los encadenamientos productivos y relaciones comerciales de las empresas de fabricación aeroespacial, ni saber si estas empresas se organizan entre ellas como clústers solo se puede presumir que la IA en México mantiene cercanía geográfica con empresas que se clasifican en 18 distintos subsectores, de acuerdo con el DENUE. Algunos de estos subsectores son: la fabricación de componentes electrónicos y el maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general (cuadro 3.17).

Cuadro 3.17. Subsectores con los que se relaciona geográficamente la IA

Código	Subsector
323	Impresiones e industrias conexas
325	Industria química
326	Industria del plástico y del hule
331	Industrias metálicas
332	Fabricación de productos metálicos
333	Fabricación de maquinaria y equipo
334	Fabricación de equipos de computación, comunicación, medición y otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica
336	Fabricación de equipo de transporte
339	Otras industrias manufactureras
434	Comercio al por mayor de materias primas agrícolas y forestales, para la industria y materiales de desecho
435	Comercio al por mayor de maquinaria, equipo y mobiliario para actividades agropecuarias, industriales, de servicios y comerciales y de otra maquinaria y equipo de uso general
481	Transporte aéreo
488	Servicios relacionados con el transporte
541	Servicios profesionales científicos y técnicos
561	Servicios de apoyo a los negocios
611	Servicios educativos
811	Servicios de reparación y mantenimiento

Fuente: Elaboración propia con base en DENUE 2018, ProMéxico y FEMIA

Como se muestra en el mapa 3.14 los clústers analizados con anterioridad mantienen cercanía geográfica con las empresas relacionadas con la IA. Al observar la clasificación de actividad de estas empresas relacionadas se identifica que podrían fungir como proveedoras de suministros para la industria. En la literatura estos suministros se identifican como cadenas de valor a escala local (Gereffi, 2005). Además, estas cadenas de suministros podrían configurar redes alrededor de las empresas aeroespaciales que faciliten el intercambio de información y de tecnológica (innovación), es decir, los denominados spillovers (Feldman, 2002).

Para identificar interacciones económicas de la IA en México con otras ramas de actividad se revisó la Matriz de Insumo-Producto (MIP) Economía Total / Origen doméstico 2013. En los Cuadros 3.18 y 3.19 se muestran los sectores con los que la IA mantiene encadenamientos hacia atrás (compras de la IA a otras ramas de actividad) y encadenamientos hacia delante (ventas de la IA a otras ramas de actividad) a partir de sus coeficientes técnicos⁹.

Cuadro 3.18. Encadenamientos hacia atrás de la IA en México de acuerdo con la MIP

Encadenamientos hacia atrás de la IA	
Ramas de actividad económica	Coefficientes técnicos
3314 - Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	0.061
3364 - Fabricación de equipo aeroespacial	0.042
4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	0.039
5613 - Servicios de empleo	0.036
2211 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	0.017
4841 - Autotransporte de carga general	0.016
4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	0.005
5172 - Operadores de servicios de telecomunicaciones inalámbricas	0.005
5616 - Servicios de investigación, protección y seguridad	0.004
5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces	0.004
3313 - Industria básica del aluminio	0.003
8113 - Reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo agropecuario, industrial, comercial y de servicios	0.003
3363 - Fabricación de partes para vehículos automotores	0.003
5412 - Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	0.003
3391 - Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	0.003
5241 - Instituciones de seguros y fianzas	0.002
3311 - Industria básica del hierro y del acero	0.002
5413 - Servicios de arquitectura, ingeniería y actividades relacionadas	0.002
8111 - Reparación y mantenimiento de automóviles y camiones	0.002
3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.002
5171 - Operadores de servicios de telecomunicaciones alámbricas	0.001
5611 - Servicios de administración de negocios	0.001
7211 - Hoteles, moteles y similares	0.001
3211 - Aserrado y conservación de la madera	0.001

⁹ “Los coeficientes técnicos se calculan como la razón que existe entre el valor de los insumos intermedios y el producto total, correspondiente a cada sector, subsector o rama de actividad. Es decir: $a_{ij} = q_{ij}/q_j$ ” (INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México, 2013: 31) Si se toman en cuenta la filas de la MIP se identifican las ventas que una rama de actividad a otras ramas. Si se identifican las columnas se identifican las compras.

3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica	0.001
2383 - Trabajos de acabados en edificaciones	0.001
7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	0.001
4821 - Transporte por ferrocarril	0.001
2389 - Otros trabajos especializados para la construcción	0.001
4885 - Servicios de intermediación para el transporte de carga	0.001
2221 - Captación, tratamiento y suministro de agua	0.001
8112 - Reparación y mantenimiento de equipo electrónico y de equipo de precisión	0.001
5324 - Alquiler de maquinaria y equipo agropecuario, pesquero, industrial, comercial y de servicios	0.001
5416 - Servicios de consultoría administrativa, científica y técnica	0.001
3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	0.001
3222 - Fabricación de productos de cartón y papel	0.001
4931 - Servicios de almacenamiento	0.001
3399 - Otras industrias manufactureras	0.001
Otras ramas de actividad	0.008
Total, Usos de Origen Doméstico	0.277
IET - Importaciones de la economía total	0.408
B.1bV - Valor agregado bruto	0.315
P.1 – Producción	1.000

Fuente: Elaboración propia con base en Matriz simétrica de insumo producto 2013 (Economía Total/ Origen doméstico) Industria por industria

Cuadro 3.19. Encadenamientos hacia delante de la IA en México de acuerdo con la MIP

Encadenamientos hacia delante de la IA	
Ramas de actividad económica	Coefficientes técnicos
3364 - Fabricación de equipo aeroespacial	0.042
3361 - Fabricación de automóviles y camiones	0.007
4811 - Transporte aéreo regular	0.003
3363 - Fabricación de partes para vehículos automotores	0.002
8111 - Reparación y mantenimiento de automóviles y camiones	0.002
9314 - Impartición de justicia y mantenimiento de la seguridad y el orden público	0.002
4841 - Autotransporte de carga general	0.001
9312 - Administración pública en general	0.001
4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	0.001
Otras ramas de actividad	0.007
Total Demanda intermedia	0.068

Fuente: Elaboración propia con base en Matriz simétrica de insumo producto 2013 (Economía Total/ Origen doméstico) Industria por industria

Se observa en el Cuadro 3.18 que la IA en el país compra insumos a empresas de la misma rama 3364 y a otras empresas que se clasifican en ramas tales como la fabricación de partes para vehículos automotores, la industria básica del aluminio, la fabricación de componentes electrónicos, entre otras. Las ramas de actividad en el Cuadro 3.18 presentan los coeficientes técnicos más elevados de los encadenamientos hacia atrás. Al observar el Cuadro 3.19 se identifica que la IA en México les vende a empresas de su misma rama de actividad y a otras empresas que se clasifican en ramas de actividad tales como la fabricación de automóviles y camiones, la fabricación de partes para vehículos automotores y reparación y mantenimiento de automóviles y camiones, entre otras. Se identifica que se presentan mayores encadenamientos hacia atrás que hacia delante. A pesar de esto, en el caso de las compras son adquisiciones por insumos muy básicos como los metales, el aluminio y el acero. Las ventas se realizan en gran medida a ramas de actividad que se clasifican en los servicios (transporte aéreo regular, reparación y mantenimiento de automóviles y camiones y autotransporte de carga en general)

Las empresas de la IA se localizan cerca de empresas de otros subsectores como el 331 Industrias metálicas y una de las ramas de este subsector es la 3313 Industria básica del aluminio, rama a la que la IA le compra insumos. La IA también se localiza cerca de empresas del subsector 336 Fabricación de equipo de transporte y de manera intersectorial, de acuerdo con el Cuadro 3.19 la IA les vende a las ramas de actividad 3361 Fabricación de automóviles y camiones, 3363 Fabricación de partes para vehículos automotores y 3364 Fabricación de equipo aeroespacial. Lo mismo ocurre con otros subsectores y ramas como el subsector 339 y las ramas 3391 y 3399, entre otras. (Estas relaciones en unos casos son por encadenamientos hacia atrás y en otros por encadenamientos hacia delante)

Se observa que del total de la producción los encadenamientos hacia atrás de la IA con las distintas ramas de actividad representan apenas el .27, mientras que el componente de las importaciones tiene un coeficiente de .40 (Cuadro 3.18). En el caso de los encadenamientos hacia delante de la IA, los vínculos domésticos (ventas al interior) representan tan solo el .068 de la producción total aeroespacial (Cuadro 3.19).

El Cuadro 3.20 muestra que el porcentaje de las exportaciones de la producción aeroespacial asciende al 90%, este porcentaje es alto si se compara con el porcentaje de las exportaciones de otras ramas de la producción de altamente exportadoras como la fabricación de componentes electrónicos que es del 36%, la fabricación de partes para vehículos automotores con un 59%, fabricación de automóviles y camiones 61% y fabricación de computadoras y equipo periférico 68%.

Cuadro 3.20. Demanda Final de la Industria Aeroespacial y otras industrias

Demanda Final de la IA y otras industrias de tecnología					
Rama/ Demanda Final (coeficientes técnicos)	Consumo Privado %	Formación Bruta de Capital %	Variación de existencias %	Exportaciones de bienes y servicios %	PIB %
3341 - Fabricación de computadoras y equipo periférico	29.400	1.320	0.378	68.900	100%
3344 - Fabricación de componentes electrónicos	60.300	2.240	1.120	36.300	100%
3361 - Fabricación de automóviles y camiones	15.500	22.767	0.330	61.400	100%
3363 - Fabricación de partes para vehículos automotores	37.200	1.987	0.987	59.800	100%
3364 - Fabricación de equipo aeroespacial	2.900	2.651	0.196	94.300	100%

Fuente: Elaboración propia con base en Matriz simétrica de insumo producto 2013 (Economía Total/ Origen doméstico) Industria por industria (ponerlo en porcentajes)

El análisis espacial sugirió la cercanía geográfica de los clústers aeroespaciales del país con otros subsectores y ramas de actividad con los cuales podría mantener redes productivas importantes. Sin embargo, al observar la composición de los vínculos productivos se identifica que la IA en México no presenta encadenamientos significativos hacia atrás con la economía doméstica ya que un alto porcentaje de los insumos es importado

En el caso de las ventas tampoco existen vínculos significativos pues los encadenamientos intersectoriales con la economía doméstica son muy débiles; además un alto porcentaje de la demanda final de la producción aeroespacial se exporta.

La revisión de encadenamientos productivos en el año 2013 sugiere que aunque la IA en México se localiza cerca de subsectores y ramas de actividad con los que mantiene vínculos productivos, estos vínculos son limitados en relación con lo que se compra en el exterior y lo que se exporta como demanda final.

Conclusiones

En este capítulo se realizó el análisis de la distribución geográfica de la IA en México. Entre los hallazgos más importantes del capítulo se tiene que el empleo y las unidades económicas de la IA se concentran en apenas diez ciudades del país. Estas ciudades son las que conforman los principales centros que concentran empleo y establecimientos de la IA. Además, la IA en México se localiza en cercanía geográfica con otros subsectores productivos.

A partir del análisis espacial, el cual se realizó con las herramientas pertinentes (índice de concentración Herfindhal, densidad de Kernel y vecino más cercano) se observa que en el periodo que transcurrió entre los años 2010-2018 la IA en México se localiza de manera concentrada.

El análisis de las variables unidades económicas y empleo para la IA presenta variaciones que se relacionan con el incremento de estas variables, además, de la participación de nuevos municipios en la producción aeroespacial. Con el periodo estudiado se determina que la presencia geográfica de la IA en México se distribuye en menos de 30 ciudades en el país. Las ciudades que concentran la mayor proporción del empleo y de unidades económicas son: Chihuahua, Colón, El Marqués, Empalme, Guaymas, Mexicali, Querétaro y Tijuana. Las concentraciones geográficas, que son aquellas que reúnen un mayor número de unidades económicas y de empleo de la IA, se conforman por las ciudades antes mencionadas.

Los estadísticos utilizados en el análisis espacial confirman que la IA en México se organiza espacialmente en clústers geográficos. Los clústers aeroespaciales analizados en este capítulo se conforman por las empresas de la industria localizadas en las ciudades que concentran la mayor proporción de empleo y unidades económicas. Estos clústers son: Baja California integrado por Tijuana, Tecate, Mexicali y Ensenada; Chihuahua integrado por el municipio de Chihuahua; Sonora que se integra con los municipios de Empalme y Guaymas; Querétaro que se integra por Colón, El Marqués y Querétaro.

Alrededor de los clústers geográficos de la IA se localiza un conjunto de empresas relacionadas con el sector aeroespacial, que de acuerdo con el DENU se clasifican en otros subsectores de actividad. Al describir las interacciones de la IA como rama de actividad con otras ramas de actividad mediante la MIP se observa que las ramas que presentan las mayores

interacciones pertenecen a los subsectores con los que según el análisis espacial se localiza la IA. Esta cercanía geográfica podría propiciar los denominados spillovers (derrames) de información y tecnología. Es decir, se podría sugerir que los clústers geográficos aeroespaciales desarrollan una dinámica de clúster. Sin embargo, al identificar los vínculos productivos en la MIP se observa que estos vínculos no son tan fuertes como para afirmar una dinámica de clúster desde la perspectiva de Porter (1998) en la que el clúster además de ser un conglomerado de empresas de un mismo sector representa también un conjunto de redes comerciales y productivas entre las empresas, lo cual propicia competencia y cooperación simultáneamente, así como la derrama de conocimientos.

Para este trabajo de investigación que se propone identificar los determinantes de localización de la IA es necesario indagar sobre los factores que propician la localización en las ciudades que concentran las unidades económicas y el empleo de esta industria; es decir, es pertinente investigar sobre los determinantes que motivan a las empresas de la IA a localizarse en las ciudades del país.

Capítulo 4. Análisis de los factores de localización de la Industria Aeroespacial en México

Los factores de localización industrial se relacionan con las características de las ciudades o territorios que impulsan a las empresas a ubicarse ahí (Haaland, 1998). Para decidir su localización más conveniente, las empresas usualmente valoran esos factores del territorio en función de sus necesidades, generalmente teniendo presente el objetivo de minimizar sus costos y aumentar sus beneficios. Debido a sus características propias, las empresas de distintos sectores económicos pueden tomar en consideración factores variados que no necesariamente coinciden con los de otros sectores. El objetivo principal del capítulo es explorar cuáles son los factores de localización de las empresas de la Industria Aeroespacial (IA) para ubicarse en ciudades específicas dentro del territorio mexicano.

Para identificar estos factores se elaboró un cuestionario dirigido a las empresas de la IA del país. El cuestionario se envió a empresas que en el DENU se registran en la clase de actividad 336410 Fabricación de equipo aeroespacial. Además, se realizaron entrevistas semiestructuradas en la Feria Aeroespacial FAMEX 2019 en la base aérea de Santa Lucía a empresas del sector según el DENU. Las empresas entrevistadas se localizan en los principales clústers aeroespaciales del país, mismos que fueron identificados y caracterizados en el capítulo anterior.

En el capítulo se describe el diseño metodológico para realizar el análisis de los factores de localización, se presentan los resultados de la aplicación de cuestionarios y de las entrevistas y se discuten los principales hallazgos.

4.1 Los factores de localización de la Industria Aeroespacial

De acuerdo con los resultados del capítulo previo, la IA en México se agrupa en clústers geográficos ubicados en distintas regiones del país. La IA se concentra principalmente en diez ciudades, de acuerdo con el empleo y número de establecimientos, mismas que integran a los cuatro principales clústers geográficos aeroespaciales. Para comprender la existencia de tales clústers es necesario investigar cuáles son los factores que propician la localización de la IA en determinadas ciudades del país.

De acuerdo con Chen et al (2014) los determinantes de la aglomeración industrial son tres: medio ambientales, sociales y económicos. Estos determinantes representan los motivos por los cuáles las empresas deciden localizarse de forma contigua. Pero en lo que a la IA se refiere Chu et al (2010) consideran que la localización de los clústers aeroespaciales en China corresponde a un factor primordial que es la cercanía de la IA con otras industrias.

Una de las industrias con las que se localiza cercana geográficamente la IA es la industria automotriz. De acuerdo con la literatura de la industria automotriz en México sus factores de localización son: las características de la mano de obra (habilidades técnicas), la ejecución de sistemas JAT, los programas e incentivos gubernamentales y la cercanía con los mercados nacionales o internacionales de acuerdo con el producto que se fabrica (Trejo, 2017; Carrillo 2016, Mendoza, 2011; Ramírez, 1999).

Como se pudo identificar en el capítulo teórico, de acuerdo con Villarreal et al (2016) los factores de co-localización de la IA son: la existencia de infraestructura adecuada (carreteras, aeropuertos, puertos), la cercanía con otros sectores productivos, la proximidad a universidades e institutos tecnológicos y la asesoría de cámaras industriales.

Niosi y Zhegu (2005) consideran que un factor importante para la aglomeración de la IA a escala internacional ha sido el conjunto regional de mano de obra calificada y semicalificada en ciertas regiones del mundo. Otros factores que también influyen, pero en menor medida, son: la ubicación cercana de sectores relacionados con la ingeniería de aviones y la intervención de los gobiernos en la decisión de ubicación y reubicación de la IA (Niosi y Zhegu, 2005: 6).

Para explorar los factores de localización de la IA en México se consideraron los factores que propone la literatura sobre la localización industrial y en específico, se tomaron en cuenta los factores bajo los cuales tomaría decisiones de localización la IA. Con estas precisiones se elaboró un cuestionario en línea y un guion de entrevista (ver anexos) para identificar los principales factores que intervienen en las decisiones locacionales de la IA en México.

4.1.1 Diseño metodológico

Como se señala anteriormente, se implementó un cuestionario y entrevistas para realizar el análisis de factores de localización de la IA. El cuestionario (ver anexos) que se elabora a partir del cuestionario aplicado en el trabajo de Trejo (2017) y que además considera los factores de localización expuestos en otros trabajos (Chen et al, 2014; Chu et al, 2010; Carrillo, 2016; Mendoza, 2011; Ramírez, 1999; Villarreal et al, 2016; Niosi y Zhegu, 2005; Feldman, 2002) cubre tres ejes temáticos: las características de la empresa, las características del producto y los determinantes de localización. El cuestionario incluyó 26 preguntas organizadas en estos ejes temáticos. El objetivo del cuestionario es conocer algunas de las características del sector aeroespacial en México e identificar los principales factores que determinan la localización de las empresas en diferentes ciudades del país.

Se envió el cuestionario a 100 empresas por correo electrónico. Los correos electrónicos se obtuvieron mediante los datos del directorio del PNV (2015) y el directorio de la FEMIA. Ambos directorios contienen datos de las empresas de la IA y relacionadas con el sector. Se seleccionaron a empresas que en DENUE están registradas como fabricantes de equipo aeroespacial.

El porcentaje de respuesta del cuestionario fue del 20% y fue contestado por CEO'S, gerentes de planta, directores generales, presidentes y hub managers de empresas en distintas ciudades (Mexicali, Tijuana, Ensenada, Empalme, Guaymas, Chihuahua, Durango, Querétaro, El Marqués, Colón y Monterrey). Debido a la baja respuesta por parte de las empresas no fue posible desarrollar un análisis estadístico general y significativo. Sin embargo, con la información obtenida de los cuestionarios contestados es posible explorar los principales factores que influyen en la localización de la IA en las distintas ciudades del país.

Por su parte, la entrevista se enfocó en los determinantes de localización y se incluyeron 16 preguntas que consideran las variables que fueron identificadas en la revisión de literatura y con las cuáles se diseñó el cuestionario. Se realizaron cuatro entrevistas a empresas que pertenecían a alguno de los 4 clústers aeroespaciales. Es decir, una entrevista en el clúster aeroespacial Baja California, una en el clúster Sonora, una en el clúster

Chihuahua y una en el clúster Querétaro. Las entrevistas se realizaron en el tercer día de la Feria Aeroespacial FAMEX 2019 que se llevó a cabo en la base área de Santa Lucía. En este evento participaron empresas aeroespaciales y relacionadas con el sector.

Debido a los limitantes de la información recabada, se ofrece un análisis exploratorio que no permite hacer generalizaciones, porque el porcentaje de respuesta del cuestionario y el número de entrevistas realizadas representan una muestra pequeña del universo de empresas aeroespaciales en el país. La información recabada es útil para indagar los factores locacionales de la IA en México.

4.2 Resultados del cuestionario

Se presentan los resultados del cuestionario en forma agregada con la intención de respetar la confidencialidad y privacidad de los datos que fueron compilados. Se analizan las respuestas por eje temático. Finalmente se contrastan los resultados del cuestionario con la literatura revisada.

4.2.1 Características generales de las empresas

En este apartado del cuestionario se realizaron ocho preguntas para comprender las condiciones jurídicas y económicas de las empresas. Se les preguntó en qué año se estableció la empresa en el país y las respuestas oscilan entre 1966 y 2011. Con estos datos se confirma la existencia de la IA en el país desde el modelo de sustitución de importaciones en los años 60's. Aunque vale la pena aclarar que solo una de las empresas que contestaron el cuestionario proviene del periodo anterior a 1980.

Para saber si las empresas tienen procedencia extranjera se les preguntó si eran filiales. El 75% de las empresas encuestadas respondió que sí es filial de alguna empresa extranjera. El 25% respondió que no. Es decir, la mayor parte de las empresas son filiales y al preguntarles el porcentaje de su capital extranjero, el 55% de las empresas dijo que el 100% de su capital es extranjero, el 25% afirmó que el 50% de su capital es de procedencia extranjera y el 15% señaló que su capital se compone en un 75% por capital extranjero. Únicamente el 5% dijo no tener participación de capital extranjero.

Al preguntarles sobre la procedencia del capital el 50% afirmó que su capital proviene de los Estados Unidos, un 25% indicó que proviene de Francia, el otro 25% indicó que proviene de Canadá. Para conocer el tamaño de las empresas por su número de personal ocupado se les preguntó la cantidad de trabajadores que tenían en sus plantas y oficinas, en promedio las empresas tienen alrededor de 500 trabajadores.

4.2.2 Características del producto

En esta sección se realizaron siete preguntas con la intención de identificar los principales productos, los proveedores y los clientes de las empresas aeroespacial en México. En la primera pregunta de esta sección se les cuestionó sobre los productos que fabrican y los insumos que requieren. Se obtuvieron múltiples respuestas que se muestran en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Principales productos e insumos de la Industria Aeroespacial en México

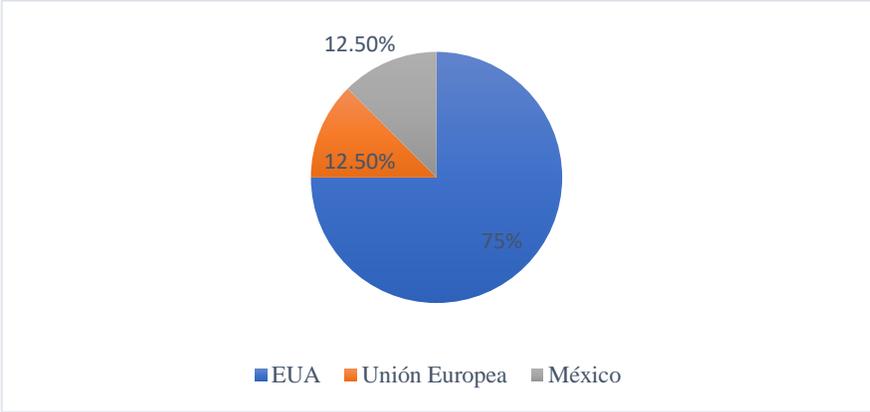
Principales productos	Principales insumos
Interruptores eléctricos	Plásticos
Correderas de aluminio y acero	Fibras de carbón y otras fibras
Estatores	Laminaciones metálicas
Anillos forjados para turbinas	Barras de superaleaciones
Simuladores de vuelo	Aluminio
Aeroestructuras de aluminio	Hierro forjado
Conectores eléctricos	
Rotores	
Componentes para tarjetas electrónicas	
Armaduras	
Arneses	

Fuente: Elaboración propia con base en datos del cuestionario

Otra pregunta que se realizó en esta sección fue la localización del principal proveedor, el 75% respondió EUA, 12.5% Unión Europea y 12.5% indicó que su principal proveedor se localiza en México (Gráfica 4.1.). Se preguntó, también, sobre la localización del principal cliente y el 50% de las empresas respondió que su cliente principal se localiza en EUA (Gráfica 4.2.). Del porcentaje de las empresas que señaló que su principal proveedor

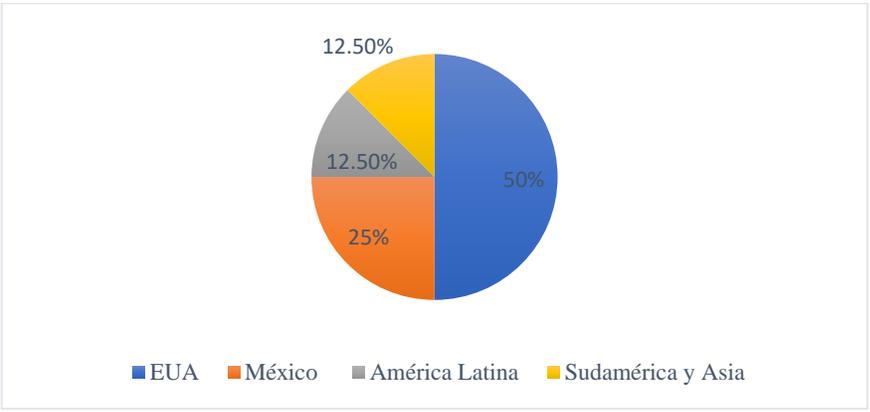
y/o cliente se encuentra en México indicaron que éstos se ubican en las siguientes ciudades: Monterrey, San Luis Potosí, Durango, Ciudad Juárez, Chihuahua, Tijuana y Mexicali.

Gráfica 4.1. Localización del proveedor principal



Fuente: Elaboración propia con base en datos del cuestionario

Gráfica 4.2. Localización del cliente principal



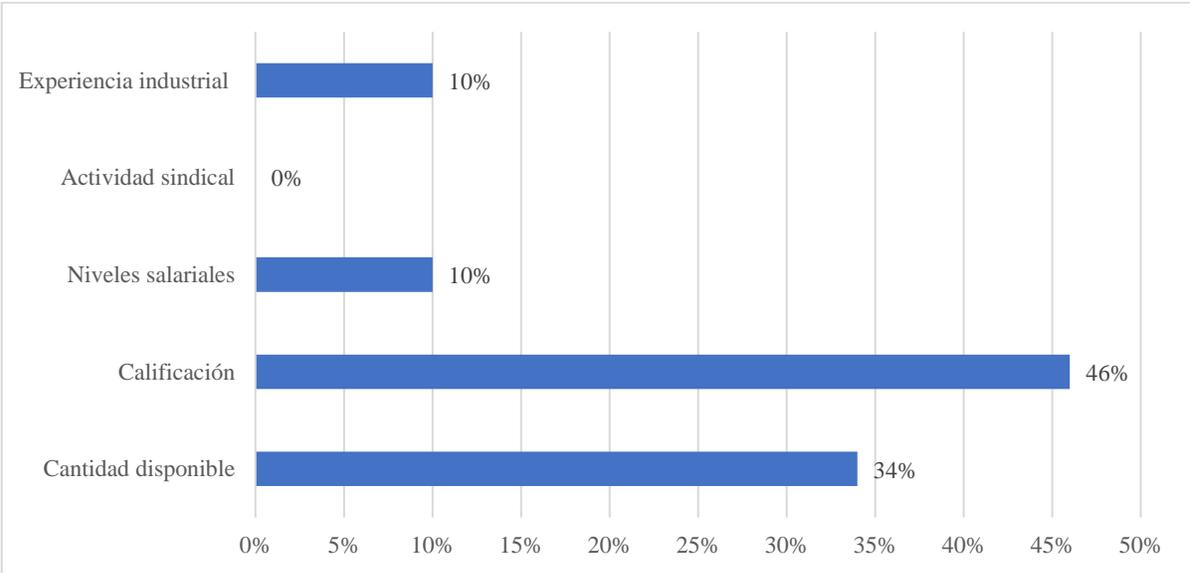
Fuente: Elaboración propia con base en datos del cuestionario

4.2.3 Determinantes de localización geográfica

La primera pregunta que se realizó fue sobre la localización de la empresa. Se preguntó si desde el principio se habían localizado en la ciudad donde se encuentran actualmente. El 100% contestó que sí. Esta respuesta permite observar que la IA en México no se ha relocalizado dentro del país.

Se preguntó también si para instalarse se habían realizado estudios de factibilidad de ubicación. El 62.5% dijo que no y el 37.5% afirmó haber realizado estudios de factibilidad de ubicación. En este mismo sentido se preguntó si se habían hecho estudios sobre las características y la disponibilidad del trabajo calificado. El 75% contestó que no, y solo el 25% realizó un estudio sobre las características y disponibilidad del trabajo calificado (Gráfica 4.3). Además, se cuestionó sobre las características más importantes con las que deberían contar los trabajadores; la calificación y cantidad disponible fueron los rubros más destacados.

Gráfica 4.3. Características de los trabajadores locales que son importantes para las empresas aeroespaciales



Fuente: Elaboración propia con base en datos del cuestionario

Las decisiones de localización suelen estar influenciadas por las acciones de los gobiernos, tal como señala la literatura (Niosi y Zhegu, 2005; Hualde y Carrillo, 2007; Casalet, 2013; Villarreal et al, 2016). Por ello, se preguntó en esta sección del cuestionario sobre los apoyos gubernamentales para su instalación. El 65% de las empresas dijo que no recibieron apoyos gubernamentales para instalarse en la ciudad actual y el 35% afirmó que sí recibieron este tipo de apoyos. Entre los apoyos e incentivos gubernamentales que sí fueron recibidos por las empresas están: reglas fiscales preferentes para la importación y la depreciación acelerada (reducción de impuestos en los primeros años de vida de la empresa).

De acuerdo con las respuestas de los encuestados, las instancias de gobierno que aportaron más apoyos e incentivos para la instalación fueron la estatal y la federal. El 50% de las empresas señaló que actualmente siguen beneficiándose de los incentivos fiscales. De este 50% que se beneficia de los incentivos fiscales, el 25% se ubica en el clúster Querétaro y el otro 25% se localiza en el clúster Baja California.

Finalmente se realizó una pregunta para identificar la importancia que las empresas asignan a los factores de localización más relevantes. En términos generales estas fueron las respuestas:

Cuadro 4.2. Clasificación de los factores de localización de acuerdo con los resultados del cuestionario

Clasificación	Factores
Muy importante	Disponibilidad de servicios públicos (agua, luz) Cercanía con proveedores y clientes Cercanía con los mercados internacionales Presencia de trabajo calificado Presencia de universidades Infraestructura carretera y de aeropuertos Vinculaciones comerciales y tecnológicas con otras empresas
Medianamente importante	Seguridad pública Bajo costo de la mano de obra (en comparación con otras ciudades del país) Incentivos y apoyos gubernamentales Cercanía con otros sectores productivos
Poco importante	Cercanía a mercados nacionales Apoyo de cámaras industriales

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del cuestionario

Los estudios sobre localización de la IA a escala internacional (Feldman, 1999; Niosi y Zhegu, 2005) que arguyen que la organización espacial se suscita en clústers señalan que los principales factores que concentran a la IA en ciertas regiones se asocian a la presencia de un conjunto de trabajadores calificados y no calificados, a la cercanía de servicios profesionales y educativos y a la proximidad con sectores relacionados con la industria. Sin embargo, se argumenta en estos trabajos que la importancia de las relaciones públicas y gubernamentales ha ganado un amplio terreno en las decisiones locacionales de la IA.

En México, la IA estaría organizada espacialmente en clústers que se ubican en cercanía con otros sectores de la producción. Los factores económicos y sociales tendrían relevancia en la localización de la industria (Chen et al, 2014). De acuerdo con los resultados del cuestionario a empresas aeroespaciales se observa que los factores que aseguran el funcionamiento económico son los más importantes (disponibilidad de servicios, cercanía con proveedores, trabajo calificado, infraestructura carretera). Pero también los factores sociales tienen un peso considerable. La presencia de universidades, los incentivos gubernamentales y la seguridad pública son aspectos que se consideran en la toma de decisiones locacionales.

Como el análisis que pretende esta tesis es interurbano se separaron las respuestas de las empresas de acuerdo con la ciudad en la que se localizan para tener atisbos de los factores de localización por ciudad. Los resultados fueron los siguientes.

Cuadro 4.3. Clasificación de los factores de localización en relación con los municipios

Factores			
Ciudades/ Clasificación	Muy importante	Medianamente importante	Poco importante
Mexicali y Tijuana	Disponibilidad de servicios públicos, cercanía con proveedores, cercanía con proveedores y clientes, cercanía con los mercados internacionales, presencia de trabajo calificado, infraestructura carretera y de aeropuertos, cercanía con otros sectores productivos	Presencia de universidades, bajo costo de la mano de obra (en comparación con otras ciudades del país), incentivos y apoyos gubernamentales, vinculaciones comerciales y tecnológicas	Seguridad pública, cercanía a los mercados nacionales, apoyo de cámaras industriales
Ensenada	Disponibilidad de servicios públicos, presencia de trabajo calificado, cercanía con mercados internacionales, infraestructura carretera y de aeropuertos, vinculaciones comerciales y tecnológicas	Seguridad Pública, bajo costo de la mano de obra (en comparación con otras ciudades del país, cercanía con otros sectores productivos, cercanía con proveedores y clientes, incentivos y apoyos gubernamentales	Cercanía a mercados nacionales, apoyo de cámaras industriales, presencia de universidades

Empalme y Guaymas	Disponibilidad de servicios públicos, presencia de trabajo calificado, cercanía con proveedores y clientes, bajo costo de la mano de obra (en comparación con otras ciudades del país), vinculaciones comerciales y tecnológicas	Seguridad pública, presencia de universidades, cercanía con los mercados internacionales, infraestructura carretera y de aeropuertos, incentivos y apoyos gubernamentales	Cercanía con otros sectores productivos, cercanía a mercados nacionales, apoyo de cámaras industriales.
Durango	Disponibilidad de servicios públicos, cercanía con proveedores y clientes, presencia de trabajo calificado, infraestructura carretera y de aeropuertos, Vinculaciones comerciales y tecnológicas	Seguridad pública, cercanía con los mercados internacionales, incentivos y apoyos gubernamentales, presencia de universidades, bajo costo de la mano de obra (en comparación con otras ciudades del país), cercanía con otros sectores productivos	Cercanía a mercados nacionales, apoyo de cámaras industriales
Monterrey	Disponibilidad de servicios públicos, cercanía con proveedores, cercanía con proveedores y clientes, cercanía con los mercados internacionales, presencia de trabajo calificado, infraestructura carretera y de aeropuertos, cercanía con otros sectores productivos	Seguridad pública, presencia de universidades, bajo costo de la mano de obra (en comparación con otras ciudades del país), incentivos y apoyos gubernamentales, vinculaciones comerciales y tecnológicas	Cercanía a los mercados nacionales, apoyo de cámaras industriales
Chihuahua	Disponibilidad de servicios públicos, presencia de trabajo calificado, cercanía con mercados internacionales, infraestructura carretera y de aeropuertos, vinculaciones comerciales y tecnológicas	Seguridad Pública, Bajo costo de la mano de obra (en comparación con otras ciudades del país), Cercanía con proveedores y clientes, incentivos y apoyos gubernamentales	Cercanía a mercados nacionales, cercanía con otros sectores productivos, apoyo de cámaras industriales, presencia de universidades

El Marqués, Colón y Querétaro	Disponibilidad de servicios públicos, cercanía con proveedores, cercanía con proveedores y clientes, presencia de trabajo calificado, infraestructura carretera y de aeropuertos, cercanía con otros sectores productivos, presencia de universidades	Cercanía con los mercados internacionales, bajo costo de la mano de obra (en comparación con otras ciudades del país), incentivos y apoyos gubernamentales, vinculaciones comerciales y tecnológicas	Seguridad pública, cercanía a los mercados nacionales, apoyo de cámaras industriales
-------------------------------------	---	--	--

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del cuestionario

En el cuadro 4.3 se señalan los principales factores que las empresas consideraron importantes para instalarse en las anteriores ciudades del país. Es posible que hayan tomado su decisión de localización bajo el cumplimiento de sus necesidades, es decir, los resultados del cuestionario sugieren que las ciudades ofrecen estas condiciones favorables para la localización de las empresas de la IA.

En las ciudades fronterizas, la cercanía con los mercados internacionales es un factor constante, mientras que en las ciudades del centro del país la cercanía con mercados internacionales es un factor secundario. Lo contrario sucede con la presencia de universidades, en las ciudades del centro del país es un factor primordial y en el norte es secundario. Factores como la disponibilidad de servicios, infraestructura carretera y disponibilidad de mano de obra calificada, son constantes en todas las ciudades analizadas. Las empresas que se localizaron en estas ciudades argumentaron que los incentivos y apoyos gubernamentales para la instalación son factores secundarios, pero tienen su mediana importancia.

Estos son algunos de los factores que de forma empírica se pudieron contrastar con la teoría. El resultado del cuestionario confirma que la presencia del trabajo calificado, la cercanía con proveedores y clientes, con los mercados internacionales y otros sectores de la producción, así como la presencia de universidades y la infraestructura carretera y la vinculación comercial y tecnológica son factores que ofrecen ciertas ciudades del país y que funcionan como determinantes atractivos para la localización de las empresas de la IA.

4.3 Resultados de las entrevistas

En este apartado se presentan los resultados de las entrevistas que se realizaron en la Feria Aeroespacial FAMEX 2019 a empresas ubicadas en los principales clústers de la IA del país. Las entrevistas se realizaron en los stands de los clústers aeroespaciales donde se encontraban directores de las distintas empresas que los integran. Se logró indagar, con las entrevistas a estos directivos, acerca de los factores de localización; además ofrecieron información de los clústers y de las empresas mediante folletos. Los entrevistados fueron CEO's y hub managers de empresas que integran los clústers. Las 16 preguntas que se realizaron se enfocan en los determinantes de localización. Se logró entrevistar a una empresa por clúster, por esta razón y para respetar la confidencialidad de los datos proporcionados se mantienen los nombres de las empresas y de los entrevistados en el anonimato. Se hace una revisión de factores de localización por caso.

4.3.1 Empresa “A” ubicada en el clúster aeroespacial de Baja California

El clúster aeroespacial de Baja California que estuvo presente en la FAMEX 2019 y cuyo nombre comercial es “Baja Aerospace Cluster” se considera como el clúster aeroespacial más antiguo del país. Esta agrupación es el resultado de una política pública que intenta organizar a las empresas de la industria en conjunto con la academia para lograr el fortalecimiento del sector. Algunas de las empresas que hoy forman parte de esta concentración aeroespacial se localizaron a finales de la década del 50 (Villarreal, 2016).

El objetivo que persigue el clúster aeroespacial es la instalación y consolidación de un conglomerado aeronáutico de mantenimiento reparación y trabajos mayores. Este clúster, de acuerdo con lo comentado en la entrevista, se organiza bajo la estratégica de tripe hélice donde la industria (empresas), la academia y el gobierno trabajan en conjunto para fomentar el crecimiento del clúster e impulsar al sector aeroespacial en la región.

La empresa “A”

La empresa “A” del clúster aeroespacial de Baja California se instaló en Mexicali desde el año 1986 y a la fecha cuenta con 1900 empleados en planta. La empresa fabrica aeronaves

grandes y ultragrandes en su sede de Savannah, Georgia en Estados Unidos. Fabrica aeronaves medianas en su centro de Dallas, Texas. Los arneses de cables, los componentes de láminas metálicas, los subconjuntos y las piezas mecanizadas se producen en la instalación de Mexicali, México.

La empresa “A” en México, cuenta con una certificación de producción emitida por la Federal Aviation Administration, tiene más de 900 empleados especializados en el sistema de fabricación Lean¹⁰ y ofrece cursos sobre más de 15 procesos y herramientas diferentes, enfocados en el sistema Lean.

La entrevista que se enfocó en los determinantes de localización compiló la siguiente información. El hub manager de la empresa “A” indicó que desde que la empresa decidió localizarse en México lo hizo en Mexicali. Al preguntarle si se hicieron estudios de factibilidad de ubicación, comentó que este tipo de estudios siempre se realiza y que son fundamentales para el negocio.

En este sentido, se le preguntaron los criterios bajo los cuáles se eligió a Mexicali como ciudad para localizar a la empresa “A”. La respuesta fue que uno de los principales factores es la cercanía con la frontera y la facilidad para transportar las piezas terminadas por medio de trenes. Además [añadió] la calificación de la mano de obra que ofrece Mexicali es un factor importante para la localización, así como el costo accesible de la misma.

Se preguntó sobre las características y capacidades con las que debe contar la mano de obra para ser contratada por la empresa “A” y la respuesta fue que, se solicita personal con conocimientos en ingeniería aeronáutica pero también se requiere que la gente sea muy exigente con su trabajo para realizar trabajos de gran calidad.

Ante esta respuesta se le preguntó sobre la importancia de la experiencia industrial de Mexicali para la localización de la empresa “A”. Respondió que “efectivamente, localizarse en una ciudad donde la manufactura es la actividad en la que se ha especializado, permite tener un camino previo recorrido y facilita la captación de trabajadores”. El hub manager comentó que las decisiones de localización geográfica de la empresa “A” quedan a cargo de los socios mayoritarios que radican en Savannah, Georgia.

¹⁰ Lean es un sistema de producción manufacturera que se conoce como “sistema de producción esbelto”. El objetivo es minimizar tiempos mientras se maximiza el valor final del producto. En este sistema no existen los inventarios porque representan costos, por tanto, se compran los insumos suficientes para la producción (Juárez, 2005).

Para saber la importancia que tienen los centros educativos en las decisiones de localización se le preguntó si la cercanía con universidades juega un papel primordial. Contestó que muchos de los trabajadores con los que cuenta la empresa son egresados de las universidades del Estado y en ese sentido la cercanía de las universidades podría ser un factor importante, pero agregó que la empresa contrata también a personas que no necesariamente estudiaron en estas instituciones.

Con la intención de saber el papel que juega la cercanía con proveedores, clientes, subsectores productivos, cámaras industriales y en general la vinculación comercial y tecnológica; se preguntó sobre la importancia de cada uno de estos rubros. La respuesta fue que la cercanía con los proveedores y clientes es importante para cumplir con los tiempos requeridos del proceso productivo y por tanto es un factor primordial sobre los rubros restantes. Se preguntó también si la existencia de una infraestructura adecuada que permitiera una buena conectividad y la disponibilidad de servicios públicos son factores determinantes para la localización. La respuesta fue que, antes que cualquier otro rubro, los antes citados son fundamentales porque comunican a la empresa con otras empresas y ciudades, mientras que los servicios son necesarios para el desarrollo de las actividades diarias.

Finalmente se preguntó sobre la participación gubernamental en el proceso de la instalación de la empresa, cuáles fueron las facilidades y los obstáculos y qué tipo de apoyos aún se reciben. La respuesta fue que a mediados de los años 80 se creó la posibilidad de atraer empresas extranjeras y ese fue el primer gran paso que dio el gobierno nacional. Actualmente el gobierno estatal y local no brindan un apoyo o incentivo directo a la empresa, sin embargo, con la creación de los planes estatales de impulso a la industria se incentiva el crecimiento de esta en la región.

4.3.2 Empresa “B” ubicada en el clúster aeroespacial de Chihuahua

El clúster aeroespacial de Chihuahua se creó con el objetivo de fortalecer las capacidades y oportunidades de crecimiento para las empresas de manufactura y servicios establecidas o interesadas en establecerse en Chihuahua ofreciendo servicios de facilitación para iniciar o incrementar la operación, negociar incentivos gubernamentales, organizar capacitación de alta tecnología, facilitar la certificación, integración de servicios y cadena de suministro.

Este clúster se compone por 28 empresas aeroespaciales, 14 instituciones educativas y más de 30 empresas que realizan actividades que se vinculan con el desarrollo del clúster. Los principales socios estratégicos del clúster Chihuahua son: ProMéxico, FEMIA, el Gobierno de Chihuahua.

La integración del clúster se combina entre dos estrategias. La dinámica de clúster, basada en la concentración de empresas, universidades, proveedores e instituciones, con capacidad para generar una cadena de valor. La otra estrategia es la de triple hélice en la que el gobierno, las empresas y la academia trabajan en conjunto para el fortalecimiento de la industria. En este sentido, el clúster Chihuahua mantiene una organización económica de clúster en el que las empresas se relacionan comercialmente y a su vez una dinámica de triple hélice en la que el clúster se fortalece por medio de la estrategia política.

En este clúster aeroespacial se cuenta con seis empresas que funcionan como empresas ancla, también denominadas OEM's (Original Equipment Manufacturer) dentro de la cadena de valor de la IA. Como se mencionó en el capítulo dos de esta tesis, las OEM's son las empresas encargadas del diseño de las estructuras aéreas, estas empresas delegan la producción de las partes a las empresas aeroespaciales especializadas en los niveles 1 y 2.

El nombre comercial del clúster es Chihuahua's Aerospace Cluster, los productos principales que se fabrican en este clúster son: aeroestructuras, motores, arneses, interiores (asientos del avión), sistemas de evacuación y tratamientos térmicos y de superficies.

La Empresa "B"

La empresa "B" se localiza en el clúster aeroespacial de Chihuahua desde 2008. Esta empresa tiene su matriz en Connecticut donde se considera una empresa líder en el diseño, fabricación e ingeniería aeroespacial. En Chihuahua, Chihuahua, la empresa "B" se dedica a la fabricación de aeroestructuras metálicas y otros ensamblajes metálicos de bajo costo. Además de esta planta, la empresa cuenta con otra planta en el centro del país. La planta localizada en el clúster Chihuahua cuenta con 350 empleados.

En la Famex 2019 se logró entrevistar al CEO de la empresa "B" a quien se le preguntó si la empresa se instaló en Chihuahua desde el principio; contestó que en 2006 se instaló en el centro del país y en 2008 se abrió una nueva planta en Chihuahua. Cuando se le

preguntó acerca de la elaboración de estudios de factibilidad para la localización y los criterios bajo los cuáles se eligió a Chihuahua, su respuesta fue: “Chihuahua ofrece un “labour barato, una dinámica de empresas ancla OEM’s y el gobierno ofrece terrenos baratos para la localización”. Ante esta respuesta se le preguntó a cargo de quién quedan las decisiones de ubicación geográfica de la empresa. Contestó que estas decisiones las toman los directivos de la empresa en los Estados Unidos.

Para conocer las características de la mano de obra, se preguntó sobre las capacidades con las cuáles debe contar el personal para ser contratado por la empresa “B”. La respuesta fue que la calificación es importante pero lo más importante es que es barata. En este sentido, se preguntó acerca del papel que juegan las universidades y centros educativos locales para desarrollar las capacidades de la mano de obra disponible en Chihuahua. El CEO argumentó que las empresas en general mantienen buena relación con las escuelas técnicas superiores que adiestran muy bien a sus alumnos para enfrentarse a los procesos productivos que requiere no solo la empresa “B” sino la IA en general.

Con la intención de conocer la importancia de la cercanía geográfica con proveedores y clientes se preguntó sí este era un factor importante para la localización geográfica. La respuesta fue que la dinámica del clúster permite que exista cercanía con proveedores y clientes y que la conformación del clúster es un punto clave para la localización. Se preguntó sobre la importancia de la cercanía con los mercados internacionales y contestó que Chihuahua es una ciudad estratégicamente localizada para acceder fácilmente a Estados Unidos. Al preguntarle sobre la importancia que tienen la infraestructura de transporte y de servicios públicos para la localización, afirmó que éstos son indispensables para el desarrollo de cualquier actividad económica.

Finalmente, se retomó la respuesta que proporcionó sobre la obtención de terrenos baratos para la localización. Se le preguntó sobre el proceso gubernamental (facilidades y obstáculos) para instalarse en Chihuahua. Contestó que el gobierno desempeña un papel fundamental para la localización de la IA porque “al menos en el caso de la empresa “B” se otorgaron facilidades para obtener terrenos a un bajo costo”. Añadió que el gobierno de Chihuahua se mantiene como un intermediario que facilita el desarrollo económico y comercial del clúster y de las empresas que lo integran.

4.3.3 Empresa “C” ubicada en el clúster aeroespacial Querétaro

El clúster aeroespacial de Querétaro surgió hace poco más de diez años. El auge de la industria aeronáutica en Querétaro tuvo un fuerte crecimiento a partir del establecimiento del Aeropuerto Internacional de Querétaro, la llegada de Bombardier y la creación de la Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ). El nombre comercial del clúster Querétaro es AeroClúster de Querétaro y su objetivo principal es la articulación de la industria con la academia y el gobierno. Este clúster es el resultado de la aplicación de una política pública que intenta incentivar el crecimiento del sector.

El clúster adopta el concepto de tripe hélice, pues organiza a sus miembros en: sector empresarial, sector académico y sector gubernamental. Las cuatro estrategias que guían al clúster son: el desarrollo de la cadena de suministro, el desarrollo científico y tecnológico, la formación de recursos humanos y el impulso de PYME's.

Este clúster se conforma por empresas aeroespaciales y más de 80 empresas que sirven de apoyo a la industria, siete instituciones académicas y 12 centros de investigación. Los productos que se fabrican en el clúster de Querétaro son: arneses eléctricos, componentes de sistema de frenado, componentes de tren de aterrizaje, Aeroestructuras, tratamientos térmicos y tratamientos superficiales.

La empresa “C”

La empresa “C” es una empresa española dedicada a la manufactura de aeroestructuras para las principales OEM's (Airbus, Bombardier). Comenzó sus actividades en 1986, pero fue hasta 2008 que se localizó en el clúster aeroespacial de Querétaro. La empresa “C” en Querétaro fabrica piezas metálicas y realiza el montaje de estructuras aeronáuticas.

El objetivo principal de la empresa en México es ofrecer un mejor acceso al mercado norteamericano mediante mejores costos que permiten la competitividad en el área dólar. Los productos en los que se especializa la empresa “C” en el clúster Querétaro son: piezas de chapa, mecanizado de aleaciones de aluminio, tratamientos térmicos y superficiales, cabinas de pintura y el montaje e integración de estructuras complejas.

En la FAMEX 2019, dentro del stand del clúster Querétaro se concretó una entrevista con un directivo de la empresa “C”. La entrevista se enfocó en los determinantes de

localización. Se le preguntó si desde un principio la empresa se había localizado en Querétaro, la respuesta fue que hay dos plantas que desde el 2008 se instalaron en el parque industrial Querétaro.

Otra pregunta que se hizo fue si para instalarse en Querétaro se hicieron estudios de factibilidad de ubicación y bajo qué criterios se eligió a Querétaro. La respuesta fue: “la empresa estaba buscando acercarse al mercado norteamericano y el gobierno de Querétaro ofreció las condiciones ideales para echar a andar las actividades”. En este sentido, se preguntó a cargo de quién quedan las decisiones de ubicación geográfica de la empresa. La respuesta fue: “esas decisiones las toma la junta general de accionistas”.

Se preguntó también acerca del papel que juega la experiencia industrial de la ciudad para la decisión locacional. El directivo contestó que Querétaro comenzaba en la década pasada a despuntar entre las ciudades más y mejor industrializadas y que seguramente este fue un motivo de atracción para la empresa “C”. Para ahondar en las características de la mano de obra se preguntó cuáles son las capacidades con las que debe contar el personal reclutado por la empresa “C”. La respuesta fue que: “se requiere gente capacitada para la elaboración integral del producto, la programación de las máquinas y los procesos; pero se requieren también personas que conozcan sobre programas internacionales y puedan cumplir con las exigencias de los clientes. Otra área importante del personal es el equipo de ingeniería que debe supervisar las líneas de producción”.

Ante esta respuesta, se le preguntó sobre el papel que desempeñan los centros educativos y universidades locales para la capacitación de la mano de obra y si esta conjunción de elementos era importante para la localización. La respuesta fue que las universidades e instituciones académicas brindan una buena formación a las personas que desean integrarse al sector aeroespacial y que por tanto su papel es fundamental porque mediante éstas se asegura la calificación del capital humano.

También, se preguntó sobre la importancia de la cercanía con proveedores y clientes, así como la importancia de la cercanía con los mercados finales. El directivo respondió que para la empresa “C” la cercanía con el mercado estadounidense es fundamental y que la dinámica del parque industrial permite estar cerca de algunos proveedores. Se le preguntó sobre la importancia de las vinculaciones comerciales y tecnológicas con otras empresas y el

apoyo de cámaras industriales. Contestó que el AeroClúster de Querétaro permite esta vinculación entre las empresas porque fomenta la comunicación y competitividad de estas.

Se preguntó si la infraestructura de transporte y servicios públicos eran factores fundamentales para la localización. Contestó que: “si, sin una infraestructura adecuada para transportar los productos finales y sin servicios básicos para la producción no sería posible instalar una empresa de altos requerimientos en ningún lado”.

Finalmente, se preguntó sobre el proceso gubernamental (facilidades o/y obstáculos) para instalarse en Querétaro. La respuesta fue que el gobierno Estatal tiene la intención de crear un clúster aeronáutico de primer mundo y por ello brinda muchas facilidades para instalarse en el Estado, esas facilidades van desde espacios disponibles a buen precio para instalar a las empresas aeroespaciales hasta incentivos fiscales en los primeros años de vida de la empresa.

4.3.4 Empresa “D” en el clúster aeroespacial de Sonora

El clúster aeroespacial de Sonora integra empresas dedicadas a la manufactura mantenimiento, reparación, adecuación, ingeniería, diseño y servicios auxiliares de aeronaves, vehículos espaciales y autopartes (aerolíneas, laboratorios de pruebas y centros de capacitación, entre otros).

Este clúster sigue la estrategia de integración de tripe hélice que consiste en la participación de actores de gobierno, academia e industria. El objetivo principal del clúster Sonora es la creación de ecosistemas de innovación y la vinculación entre distintos agentes económicos. El nombre comercial del clúster es ICluster Sonora y es el resultado de la aplicación de política pública que fomenta el desarrollo de la IA en la región. Además del clúster aeroespacial, en Sonora existen otros 15 clústers industriales. El clúster aeroespacial es uno de los más importantes. Se integra por 20 empresas aeroespaciales, 30 empresas que brindan servicios a las empresas aeroespaciales y más de diez instituciones educativas.

La empresa “D”

La empresa “D” es una compañía de defensa, aeroespacial y seguridad que ofrece una gama completa de productos y servicios para fuerzas aéreas, terrestres y navales, así como soluciones avanzadas de electrónica, seguridad y tecnología de la información. La fabricación aeroespacial de la empresa “D” se especializa en el desarrollo tecnológico para aviones militares y comerciales. Su sede principal se localiza en Arlington, Virginia.

En Sonora, la empresa “D” se localizó en Guaymas en el año 2011. La empresa que es una de las que integra el clúster aeroespacial Sonora se dedica a la fabricación de tarjetas y componentes electrónicos que se insertan en los tableros de los aviones comerciales. La empresa “D” cuenta con 450 empleados.

En la FAMEX 2019 se obtuvo una entrevista con un directivo de la empresa “D” quien ofreció información sobre los principales factores que motivaron a la empresa para localizarse en Sonora. Se le preguntó si la empresa se localizó en Sonora desde un principio y contestó que sí. Al preguntarle si se realizaron estudios de factibilidad de ubicación indicó que ese tipo de estudios los hacen los directivos de la empresa matriz y que desconocía si se habían realizado pero que creía que muy probablemente sí se realizaron. Se le preguntó si la experiencia industrial de Sonora desempeñaba un papel importante para la toma de decisiones de localización. Señaló que más que la experiencia en otro tipo de industrias, a su parecer es la disponibilidad de mano de obra barata lo que incentiva a las empresas aeroespaciales a localizarse y que para la empresa “D” este es un atractivo principal.

En este sentido, se preguntó acerca de las capacidades con las que debe contar el personal contratado por la empresa “D”. La respuesta que dio fue muy interesante porque señaló que los requerimientos de la empresa son esencialmente que la gente sepa utilizar las máquinas y aprenda el proceso de ensamblaje. Sin embargo, agregó que la empresa “D” no se encarga, de forma directa, de la contratación del personal. Es una empresa externa la que se dedica a reclutar al personal que labora en planta.

Se le comentó que, a pesar de los requerimientos básicos de la empresa en cuanto a las capacidades del personal, cuál es la influencia de las instituciones y centros educativos para la preparación de la mano de obra y si estas instituciones tienen un papel fundamental para la toma de decisiones locacionales. El directivo argumentó que el contacto con

instituciones educativas es bueno, no solo para la capacitación del personal, que es un punto fundamental, sino también para la elaboración de proyectos de innovación que permitan el mejoramiento en los procesos productivos y en los productos.

Con la intención de saber sobre la importancia que tiene la cercanía con proveedores, clientes, otros sectores productivos, cámaras industriales y mercados finales; se preguntó si la proximidad geográfica de la empresa con todos estos actores era un factor que determinaba la localización. La respuesta fue que: “Sí, pero de todos estos, los más importantes son los proveedores, que muchas veces son de otros sectores productivos, porque a partir de ellos se obtienen los insumos que siempre se requieren de forma inmediata. Los clientes, son para la empresa “D” los mercados finales y estos se encuentran en Estados Unidos, la ubicación geográfica de Guaymas permite una buena conexión con estos mercados. Para la empresa “D” la presencia de cámaras industriales, no ha sido relevante”

Finalmente, se le preguntó al directivo sobre el proceso gubernamental para instalarse en Guaymas; esto, para ahondar en las facilidades o/y obstáculos a los que se enfrentó la empresa para localizarse. La respuesta que proporcionó fue que el principal interesado en atraer IED (Inversión Extranjera Directa) es el gobierno nacional, pero el Estado de Sonora mediante la donación de terrenos incentiva la llegada de muchas empresas. Comentó que este fue el caso de la empresa “D”, que se localiza dentro de un parque industrial y este es un tipo de aglomeración industrial promovida por los gobiernos. Mencionó que actualmente la empresa “D” recibe facilidades fiscales relacionadas con los trámites de importación y exportación.

Análisis global

En síntesis, existen algunas similitudes y diferencias en la información compilada mediante las entrevistas. Las estrategias de localización de las empresas entrevistadas presentan variaciones de acuerdo con sus objetivos productivos y comerciales. Por ejemplo, la empresa “A” que se localiza en el clúster aeroespacial de Baja California cuya principal actividad de manufactura se relaciona con procesos productivos mayores (arneses y paneles), consideró como principal factor de localización la cercanía con sus proveedores y clientes, por ello eligió Mexicali para su ubicación.

En el caso de la empresa “B” que se localiza en el clúster aeroespacial de Chihuahua y que también realiza procesos productivos mayores como la fabricación de Aeroestructuras y otros ensamblajes de bajo costo, los factores principales de localización se relacionan con la cercanía con proveedores y con los mercados internacionales. Aunque, para la empresa “B” el apoyo gubernamental que se otorgó mediante la venta de terrenos baratos para la localización, significó un factor determinante que favoreció al municipio de Chihuahua para localizarse.

La empresa “C” cuya localización corresponde al clúster aeroespacial de Querétaro, realiza otro tipo de procesos productivos, estos se relacionan con la fabricación de aleaciones de aluminio y los tratamientos térmicos. Para esta empresa los factores fundamentales para la localización en el municipio de Querétaro fueron las condiciones que ofreció el gobierno estatal para el desarrollo de actividades (espacios baratos para la instalación e incentivos fiscales en los primeros años de vida de la empresa).

La empresa “D” que se localiza en el clúster aeroespacial de Sonora, se especializa en la fabricación de tarjetas y componentes electrónicos, es decir, en servicios auxiliares para las aeronaves. Para esta empresa el factor de localización principal para elegir a Guaymas como sede fue el bajo costo de la mano de obra.

En este sentido, los factores de localización de las empresas varían de acuerdo con sus necesidades productivas y comerciales. Sin embargo, la dinámica de los clústers en los que se localizan juega un papel fundamental en las decisiones de localización de estas empresas por las estrategias que ofrecen para el desarrollo de la industria. Por ejemplo, los clústers de Baja California, Querétaro y Sonora se organizan bajo la estrategia política de triple hélice en la que el gobierno, la academia y las empresas mantienen una red para incentivar el crecimiento de la IA. Es impreciso, con la información que arrojan las entrevistas, saber si éstos clústers desarrollan una dinámica económica, es decir, qué compran y qué venden entre ellos, cuál es el tipo de relación comercial o productiva que enlaza a las empresas. Sin embargo, sí se reconoce que los gobiernos, mediante una estrategia de política pública intentan consolidar la existencia y crecimiento de estos clústers.

En el caso del clúster Chihuahua, aunque se cuenta con información de que son dos las estrategias de organización, la de clúster (relaciones productivas y comerciales entre las

empresas) y la de triple hélice, es impreciso saber qué tipo de relaciones son las que mantienen la dinámica del clúster.

Por tanto, se presume que estos clústers son el resultado de la aplicación de una política pública que pugna por el desarrollo de la IA en el país con el objetivo de atraer nuevas empresas del sector en los municipios que conforman los clústers.

Conclusiones

En este capítulo se presenta el análisis de los factores de localización de la IA en México. Se presentan y discuten los resultados de los cuestionarios y de las entrevistas realizadas a empresas de la IA. Mediante la información generada por estos instrumentos se identificaron los factores que motivan a las empresas a ubicarse en determinadas ciudades del país. Se trata principalmente de ciudades que integran los clústers aeroespaciales que se identificaron en el capítulo tres y que incluyen: Chihuahua, Colón, El Marqués, Empalme, Ensenada, Guaymas, Mexicali, Querétaro, Tecate y Tijuana.

Según los cuestionarios, los factores que fueron determinantes en la decisión locacional fueron los de corte económico que se relacionan con la cercanía a mercados internacionales, a proveedores y clientes, la calificación de la mano de obra y la cercanía con otros sectores productivos. Los factores que se relacionan con aspectos sociales como los apoyos e incentivos gubernamentales fueron factores que se consideran medianamente importantes para la localización.

Por otra parte, al analizar las respuestas de los directivos de las empresas aeroespaciales que se entrevistaron en la Feria Aeroespacial FAMEX 2019, se observa que los factores de corte económico son esenciales para las decisiones locacionales, en general argumentaron que sin estos no es posible hacer funcionar a una empresa.

Es decir, la existencia de infraestructura, de servicios públicos, la proximidad con proveedores, clientes y otros sectores productivos, la vinculación tecnológica y comercial que produce la cercanía, son factores imprescindibles que las empresas aeroespaciales buscan al momento de instalarse. Sin embargo, las capacidades de la mano de obra, las cuales se adquieren mediante la instrucción en los centros e instituciones educativas son aspectos fundamentales. Del mismo modo, el bajo precio de la mano de obra y las facilidades que

brindan los gobiernos (incentivos fiscales, terrenos baratos) son factores que influyen en gran medida para la localización.

En este sentido, la iniciativa de clúster tiene un papel muy importante porque a partir de lo observado en la FAMEX y de la información compilada con las entrevistas, es en esta integración donde pueden interactuar las empresas, la academia y el gobierno. Las cuatro empresas entrevistadas se localizan dentro de un clúster y estos se organizan bajo la estrategia de triple hélice. El trabajo conjunto entre la industria, el gobierno y los centros educativos es uno de los principales objetivos de este tipo de integraciones geográficas. La integración de los clústers incentiva el crecimiento de la industria en el país.

Lo expuesto en este capítulo no pretende ser una generalización sobre los principales factores que las empresas aeroespaciales consideran para la ubicación geográfica dentro del país. Sin embargo, el ejercicio exploratorio de estos factores permite dar cuenta de que en las ciudades que integran los principales clústers aeroespaciales, los determinantes de localización presentan similitudes. Se requiere de la existencia de infraestructura (ferroviaria, aérea, portuaria, carretera), de la dotación de servicios, de un mercado de trabajo calificado y disponible por un bajo costo, de la existencia de universidades e instituciones educativas y del apoyo y los incentivos de gobierno.

Con los resultados del cuestionario es posible ordenar jerárquicamente estos factores, de acuerdo con lo que las empresas consideran más o menos importante. Pero, con los resultados de las entrevistas, se observa que más bien estos factores deben existir en conjunto para que las empresas aeroespaciales se localicen en las distintas ciudades mexicanas.

CONSIDERACIONES FINALES

El establecimiento de la IA en México es resultado del proceso de relocalización de esta industria a escala internacional. Con la globalización que ha permitido la apertura comercial, la IA ha trasladado sus procesos productivos a distintas partes del mundo. Y en efecto, las empresas aeroespaciales instaladas en el país son, en gran medida, filiales de empresas de los Estados Unidos por lo que México es un país receptor de la IA internacional.

La IA en México manufactura partes para el avión. Los productos que fabrican son aeroestructuras, componentes electrónicos para el avión, anillos forjados para turbinas, arneses, entre otros. En el capítulo dos de esta tesis se mencionó que la IA se encuentra en los niveles 1 y 2 de la cadena global de esta industria. México cuenta con certificaciones en estos niveles para poder fabricar partes y componentes del avión.

El objetivo de este trabajo de investigación fue identificar la distribución geográfica de la IA en México, así como explorar los factores que propician su localización. Para alcanzar este objetivo se desarrollaron cuatro capítulos. Se presentó un marco de referencia en el que se señaló que a escala internacional se ha encontrado que la IA se organiza espacialmente en clústers como los existentes en Washington y California en EUA, Montreal en Canadá, Toulouse en Francia, Hamburgo en Alemania y San José dos Campos, en Brasil. Se realizó el análisis espacial para identificar la distribución geográfica de la IA en México y se hizo una exploración de los factores que propician su localización.

Una vez llevado a cabo el análisis espacial y la identificación de factores de localización los hallazgos más importantes se resumen en lo siguiente. En México la IA está agrupada espacialmente en clústers, tal como se muestra en el capítulo tres. La localización de la IA en México refleja concentración espacial en pocas ciudades entre las que destacan Chihuahua, Colón, El Marqués, Ensenada, Empalme, Guaymas, Mexicali, Querétaro, Tecate y Tijuana. Dichas ciudades ofrecen condiciones favorables para la localización de las empresas aeroespaciales, tales como la disponibilidad de servicios públicos, infraestructura carretera y aeroportuaria, cercanía con mercados internacionales, proveedores y clientes, capital humano calificado y bajo costo de la mano de obra en comparación con otras ciudades del país.

Es preciso mencionar que en esta tesis se identificó la organización espacial de la IA en México como clústers en cuanto a que existen agrupaciones geográficas del sector aeroespacial en diferentes áreas del país. Se identificó también que alrededor de estos clústers geográficos aeroespaciales se localiza un conjunto de empresas de otros subsectores y ramas de la producción (fabricación de productos metálicos, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de equipo de transporte, en especial la automotriz, servicios profesionales, servicios educativos, científicos y técnicos) con los que tiene relaciones productivas. Sin embargo, esos encadenamientos son limitados ya que la IA importa un alto porcentaje de sus insumos de la economía exterior y casi el total de su demanda final se exporta.

Las condiciones favorables que brindan las ciudades donde se localizan los principales clústers geográficos de la IA en México se consideran en la literatura como factores para la localización. Los factores de localización de la IA en México se relacionan con la existencia de mano de obra calificada, la cercanía con los mercados internacionales con la presencia de universidades y escuelas técnicas superiores, seguridad pública y la existencia de apoyos e incentivos gubernamentales. Estos factores locacionales fueron explorados mediante herramientas cualitativas y las muestras fueron muy pequeñas; por esta última razón los factores que explican la localización de la IA en esta tesis son solo exploratorios.

Los apoyos e incentivos gubernamentales representan un factor importante de acuerdo con la literatura porque en los últimos 20 años han sido fundamentales para la toma de decisiones locacionales. En México este factor para la localización de la IA tiene una importancia considerable puesto que, de acuerdo con el cuestionario, el 50% de las empresas aeroespaciales en México se ha beneficiado y continúa beneficiándose de los apoyos otorgados por las distintas instancias gubernamentales. Entre las que destacan la estatal y la federal.

El papel del gobierno en México (estatal y federal) ha sido fundamental, por un lado, por el otorgamiento de apoyos e incentivos y por otro lado por la firma de acuerdos legales y comerciales. El BASA, por ejemplo, fue firmado entre EUA y México en 2007, y al menos en los años que fueron analizados en esta tesis, que son posteriores a la firma de este acuerdo, la presencia de la IA ha ido en gradual aumento.

Además, el BASA busca asegurar la calidad en la producción de partes aéreas y proteger la propiedad intelectual. El arreglo Wassenaar que tiene por objetivo la consolidación de un bloque económico aéreo entre México y EUA, es otra muestra de la importancia que tiene el papel del gobierno.

La información que se compiló a partir de las entrevistas a empresas de la industria aeroespacial revela que la localización de los clústers aeroespaciales en el país es en parte producto de la aplicación de políticas gubernamentales que incentivan y fortalecen la dinámica de agrupación de empresas. Otro aspecto que se logró distinguir con las entrevistas es que, aunque existe un conjunto de factores que las empresas prefieren para localizarse, cada una de ellas tiene requerimientos específicos que se relacionan con la importancia que le asignan a la cercanía con los proveedores y clientes y al tamaño y tipo de productos que fabrican y venden.

La IA en México, es entonces, una industria con una localización concentrada en pocas ciudades, los factores locacionales que ofrecen un pequeño número de ciudades en el país son determinantes para el desarrollo de la industria. El objetivo de esta investigación se alcanzó al localizar a las unidades económicas de la IA en territorio nacional e identificar que se organizan en clústers geográficos en el norte y centro de la república. El objetivo se alcanzó también al lograr distinguir las ciudades que configuran los clústers aeroespaciales (Chihuahua, Colón, El Marqués, Empalme, Guaymas, Mexicali, Querétaro, Tecate y Tijuana) y los factores que brindan para la localización.

La hipótesis de esta investigación planteó que la IA en México se concentra en unas cuantas ciudades y con la investigación teórica y empírica se logró identificar que el país cuenta con cuatro clústers geográficos aeroespaciales que se concentran en apenas nueve ciudades del país. Los factores de localización planteados en la hipótesis se relacionaban con la cercanía con otras industrias y la generación de spillovers de conocimiento. La existencia de infraestructura (carretera y ferroviaria) y los incentivos gubernamentales (donación de terrenos y exención de impuestos) se plantearon también en esta tesis como factores para la localización de la IA en México. Esta segunda parte de la hipótesis no se logró confirmar. Si bien se identificó que la IA en México se localiza en ciudades que cuentan con infraestructura disponible y que los incentivos gubernamentales desempeñan un papel crucial, no se logra identificar (con el análisis espacial, la exploración sectorial, las entrevistas y el cuestionario)

la generación de spillovers de conocimiento, pues la IA se localiza en cercanía con otras industrias con las que mantiene vínculos productivos, pero estos no son lo suficientemente fuertes como para afirmar que en estas aglomeraciones se suscita una derrama de conocimientos. Además, se identificaron con la investigación una serie de factores locacionales que no se plantearon en la hipótesis pero que sin duda son importantes para la localización de la IA en México; estos factores son la disponibilidad de servicios públicos, la cercanía con mercados internacionales, proveedores y clientes, la presencia de universidades y escuelas técnicas superiores y la seguridad pública.

Cabe mencionar algunas limitaciones en cuanto al alcance de la investigación aquí presentada. Fue necesario compilar información de distintas bases para la realización de este análisis exploratorio de la IA, pues no existe una base o un listado preciso de las empresas del sector. Para este trabajo se elaboró un listado el cual podría no ser el único ni el más preciso. A pesar de ello la investigación lleva a cabo un análisis de localización industrial sobre lo cual se han desarrollado pocos estudios. Por ello, los hallazgos son valiosos, aunque no definitivos y son mejorables.

El análisis de la IA en México tendrá que seguir a lo largo del tiempo porque es una industria reciente en el país y porque el panorama que se vislumbra para esta industria es alentador. La producción aeroespacial alrededor del mundo seguirá aumentando debido al incremento en la demanda por aviones y a la necesidad de interconexiones que faciliten el comercio y el transporte aéreo. Probablemente en el país siga suscitándose la relocalización de la IA de los Estados Unidos, que será atraída por distintos factores en la medida en que las ciudades del país continúen su crecimiento.

En este momento el país únicamente manufactura partes del avión y los acuerdos internacionales (BASA Wassenaar) que protegen la propiedad intelectual imposibilitan la transferencia del know how. La política de desarrollo de la IA en México es parte de una política industrial que se inserta dentro de la política económica que busca atraer IED y empleos sin considerar la calidad de estos últimos. De tal suerte que será necesario observar cómo transcurre la dinámica de la IA en México; si seguirá siendo ensambladora de partes aéreas o si en algún momento será posible que se suscite una participación productiva regional de mayor valor agregado.

La agenda de investigación sobre la Industria Aeroespacial en México es aún muy amplia debido a la reciente importancia que ha tenido como objeto de estudio. Al concluir esta investigación se ha pensado en futuras líneas de investigación, entre las que se destacan: 1) el estudio de los encadenamientos productivos en cada clúster aeroespacial del país mediante la MIP, es decir un análisis intersectorial 2) el análisis de la transferencia de conocimiento de la IA en México y la identificación de los factores que promueven o limitan esta transferencia y 3) la recomendación en materia de política pública que incorpore la posibilidad de una industria aeroespacial nacional donde la participación del capital nacional para el desarrollo de esta industria sea una premisa.

Cuestionario

Factores de localización de la Industria Aeroespacial en México

El objetivo del cuestionario es conocer algunas de las características del sector Aeroespacial en México e identificar los principales factores que determinan la localización de sus empresas en diferentes ciudades del país. La información será empleada en una investigación académica que permita dar cuenta del potencial y de las restricciones que enfrenta esta industria en el contexto nacional.

Instrucciones: Conteste en los espacios en blanco, marque con una X o clasifique sus respuestas según corresponda en cada pregunta.

Nombre de la empresa:
Encuesta contestada por:
Cargo:
Contacto:

Características de la empresa

1. ¿En qué año se estableció la empresa en México? ____
2. ¿La empresa tiene solo una planta en México?
() Si (*pase a la pregunta 4*) () No
3. ¿Cuántas plantas tiene la empresa en México? Especifique cuáles y en dónde

-
4. ¿La empresa es subsidiaria de alguna empresa extranjera?
() Si () No (*pase a la pregunta 6*)

5. ¿De cuál empresa extranjera es subsidiaria? Especifique el nombre _____

6. ¿Cuál es el porcentaje de capital extranjero de la empresa?
() 25% () 50% () 75% () 100% () otro ____

7. Indique la procedencia del capital extranjero
() EUA () Canadá () Unión Europea
() Brasil () Asia () Otro

8. Indique el número de trabajadores en México:

Trabajadores en oficinas_____

Trabajadores en planta_____

Características del producto

1. ¿Cuáles son los principales productos que se fabrican? _____
2. ¿Cuántos proveedores tienen? _____
3. ¿Quién es su principal proveedor y qué producto le compra? _____
4. Su principal proveedor se localiza en:
() EUA () Canadá () Unión Europea () Brasil () Asia () México () Otro _____
5. ¿Quién es su principal cliente y qué le vende?

6. Su principal cliente se localiza en:
() EUA () Canadá () Unión Europea () Brasil () Asia () México () Otro
7. Si su principal cliente se localiza en México especifique su municipio y entidad

Determinantes de localización

1. ¿La empresa se localizó en esta ciudad desde el principio?
() Si (*pase a pregunta 3*) () No
2. Indique dónde se localizaba la empresa (municipio y entidad) _____
3. ¿Para instalarse en la ciudad actual se hicieron estudios de factibilidad de ubicación?
() Si () No
4. ¿Se realizó algún estudio sobre la disponibilidad y características de trabajo calificado?
() Si () No (*pase a pregunta 6*)
5. ¿Qué características de los trabajadores locales son importantes para la empresa?
(*Señale las que considere más importantes*)
() Cantidad disponible () Calificación () Niveles salariales () Actividad sindical () Experiencia industrial
6. ¿Recibió la empresa incentivos y apoyo por parte del gobierno para instalarse en este lugar? () Si () No (*pase a pregunta 8*)
7. ¿Cuál fue el principal incentivo gubernamental que recibió la empresa para instalarse en esta ciudad?

8. ¿Qué instancia de gobierno otorgó apoyos para la instalación? (Puede elegir más de una opción)

Federal Estatal Municipal

9. ¿Recibe actualmente algún apoyo gubernamental?

Si No (*pase a pregunta 11*)

¿Qué apoyos gubernamentales recibe? (puede elegir más de una opción)

Incentivos fiscales Apoyo para programas de capacitación de la mano de obra Apoyo para la adquisición de equipo tecnológico Otro _____

10. En su opinión, ¿Qué factores se consideraron para instalar la planta en esa ciudad?
Señale su importancia.

CLAVES:

1: Muy importante

2: Medianamente importante

3: Poco importante

1) Amplia disponibilidad de servicios públicos (agua, luz, drenaje, alumbrado) ____

2) Incentivos gubernamentales (facilidades para la instalación) ____

3) Bajo costo de la mano de obra ____

4) Presencia de trabajo calificado ____

5) Presencia de universidades e instituciones educativas y de investigación ____

6) Disponibilidad de infraestructura de telecomunicaciones ____

7) Buena conectividad (carreteras, aeropuertos) ____

8) Importancia de las vinculaciones comerciales y tecnológicas con otras empresas de la misma industria aeroespacial ____

9) Cercanía a los mercados internacionales ____

10) Cercanía con los mercados nacionales ____

11) Cercanía con otros sectores productivos ____

12) Proximidad a los proveedores ____

13) Apoyo y asesoría de cámaras industriales ____

14) Seguridad Pública

15) Otro ____

Guión de entrevista

Factores de localización de la Industria Aeroespacial en México

Propósitos

Identificar los principales factores que propician la localización de la IA en territorio nacional.

Conocer las principales causas que propician la localización de la industria a partir de la información proporcionada por las empresas aeroespaciales para dar cuenta

Método

Entrevista semi-estructurada

Información relevante

Determinantes de localización

(Se consideran las variables que en la literatura son relevantes para la localización industrial)

Preguntas

1. ¿La empresa se localizó en esta ciudad desde el principio?
2. ¿Para instalarse en la ciudad actual se hicieron estudios de factibilidad de ubicación?
3. ¿Cómo y bajo qué criterios se eligió la ciudad de ubicación?
4. ¿A cargo de quién quedan decisiones como la ubicación geográfica de la empresa?

5. ¿Qué papel juega la experiencia industrial del municipio para la localización?
6. ¿Se realizó algún estudio sobre las características de la mano de obra disponible en la ciudad?
7. ¿Con qué capacidades debe contar el personal que labora en la empresa?
8. En este sentido ¿Cuál es el papel de las universidades y centros educativos locales?
9. ¿Cómo es el proceso gubernamental para instalarse en la localidad?
10. ¿Cuáles son las facilidades o/y obstáculos que brinda el gobierno?
11. ¿Cómo ha sido el apoyo del gobierno después de que la empresa se instaló?
12. ¿Qué tan importante es la proximidad con proveedores y clientes para el desarrollo de las actividades de la empresa?
13. ¿Cuál es la importancia de la cercanía con los mercados finales (nacionales e internacionales) para la localización?
14. ¿Cuál es la importancia de la infraestructura de transporte y de servicios públicos (agua, luz, seguridad) para la localización?
15. ¿Qué importancia tiene la vinculación comercial y tecnológica con otras empresas para la localización?
16. ¿Cuál es la importancia de la cercanía geográfica con cámaras industriales?

Bibliografía

Alston, J. (2002), Spillovers, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, September 2002, Vol.46(3), 315-346 pp.

Barkin, D. (1998), Proletarización global: Un acercamiento a la nueva división internacional del trabajo, *Economía, Sociedad y Territorio*, El Colegio Mexiquense, A.C. vol. I, núm. 3, enero-junio, 1998, pp. 429-455

Beaudry, C. (2001), Entry, Growth and Patenting in Industrial Clusters: A Study of the Aerospace Industry in the UK. *International Journal of the Economics of Business*, 8(3), pp. 405-436. doi:10.1080/13571510110079000

Berg, B (2009) *Qualitative Research Methods for the social Sciences*, Boston: Pearson, 101-157 pp.

Boiser, S. (1975), Localización, tamaño urbano y productividad industrial: Un caso de estudio del Brasil, *Fondo de Cultura Económica*, Vol. 42, 59-91 pp.

Box, S. (2000), *Economic Geography- key concepts*, treasury working papers series 00/12

Brown, F. y Domínguez, L. (2013), ¿Tiene la industria aeronáutica mexicana las condiciones para integrarse a la cadena de valor internacional de alto valor agregado? En *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional México*, D.F: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, pp. 135-161.

Brühlhart, M. y Traeger R. (2003), *An Account of Geographic Concentration Patterns in Europe*, *Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA) Hamburg Institute of International Economics*

Bustos, M. (1993), *Las teorías de la localización industrial: una breve aproximación*, Universidad de Salamanca, *Estudios Regionales*, No. 35, 51-76 pp.

Carlton, D. y Perloff, J. (2016) *Modern industrial organization* England Pearson Education; 846 pp.

Carrillo, S. (2016), determinantes de la localización regional de la inversión externa directa manufacturera. el caso de la IED japonesa en el sector automotriz, 2006-2014, 21° Encuentro

Nacional sobre Desarrollo Regional en México Mérida, Yucatán del 15 al 18 de noviembre de 2016.

Casalet, M. (2013), *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional*, Flacso, México, 223 pp.

Chen, L. et al (2014), *Manufacturing facility location and sustainability: A literature review and research agenda*, *International Journal of Production Economics*, 2014, vol. 149, issue C, 154-163 pp.

Chu, B. et al (2010), *Identification and Comparison of Aircraft Industry Clusters in China and United States*, *Chin. Geogra. Sci.* 2010 20(5) 471–480 pp.

Christaller, W. (1966), *Central places in southern Germany*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 230 pp.

Combes, P. y Overman, H. (2003), *The Spatial Distribution of Economic Activities in the European Union*, *Handbook of Urban and Regional Economics*, Forthcoming, 4, 1-63 pp.

Cuadrado, J. (2014), ¿Es tan “nueva” la “Nueva Geografía Económica”? Sus aportaciones, sus límites y su relación con las políticas, *EURE [en línea]* 2014, 40 (Mayo-Agosto) (120), 5-28.

Ekaterina, T., Assche, A. Van, y Kali, R. (2016), *Structure and evolution of global cluster networks: Evidence from the aerospace industry*. *Journal of Economic Geography*, 16(6), 1211–1234. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbw020>

Eriksson, S. (2019), *Global Shift in the Aircraft Industry: A Study of Airframe Manufacturing*, with Special Reference to the Asian NIEs by Sören Eriksson Review by : Yasuo Miyakawa, 77(3), pp. 199–204.

Esposito, E. (2002), *Strategic alliances and internationalisation in the aircraft manufacturing industry*, *Technological Forecasting & Social Change* (71), pp. 443–468.

Feldman, M. (1999), *The New Economics of Innovation, Spillovers and Agglomeration: A Review Of Empirical Studies*, *Economics of Innovation and New Technology*.

Feldman, M. et al (2002), Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers? Prepared for the Danish Research Unit on Industrial Dynamics (DRIUD) meetings, 1-25 pp.

Figueras, M (2001), Análisis de conglomerados o cluster en lines 5campos.org
file:///C:/Users/Cecilia%20Castro/Downloads/5_Presentaci_n_An_lisis_de_Clusters%20(1).pdf

Fontana, A. y Frey, J (2005) The interview: from neutral stance to political involvement, En Handbook of qualitative research, Thousand Oaks, California: Sage Publications, 695-727 pp.

Flores, S. (2015), Transferencia tecnológica en la industria aeroespacial en México: Una propuesta de política pública, 377 pp.

Frischmann, B. et al (2007) Spillovers (positive externalities in intellectual property), Columbia Law Review, Jan, 2007, Vol.107(1), 257-301 pp.

Fujita, M. y T. Mori (2005), Frontiers of the new economic geography, Discussion Paper, núm 27

Gabriel, Y. et al (2013), De Schumpeter a los postschumpeterianos: viejas y nuevas dimensiones analíticas, Problemas del Desarrollo, July-September 2013, Vol.44(174), 35-59 pp.

Garresten, H. y Martin, R (2010) Rethinking (New) Economic Geography Models: Taking Geography and History More Seriously, Spatial Economic Analysis, 5:2, 127-160

Garrocho, C. et al (2012), Aglomeración espacial de establecimientos comerciales en un centro tradicional de negocios: un análisis basado en las funciones K, Economía Mexicana, nueva época, vol. 21, núm. 1, pp. 93-131. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-20452012000100004&script=sci_arttext> (6 de noviembre de 2013).

Garrocho, C. (2019), Conferencia ¿Cómo hacer una buena tesis?, 07/02/2019, El Colegio de México.

Garza, G. y Sobrino, J. (1990), Industrialización periférica en el sistema de ciudades de Sinaloa. México: El Colegio de México, 1989, 344 pp.

Garza, G. (1992), Desconcentración, tecnología, y localización industrial en México: los parques y ciudades industriales, 1953-1988, El Colegio de México, 457 pp.

Gatica, L. (2012), "Análisis de distribución de patrones territoriales en casos de tuberculosis", *Revista Geográfica de Valparaíso*, núm. 45, pp. 57-64

Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005), The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), pp. 78–104. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>

Gilligan, T.W. (2002), Industrial concentration, *The concise encyclopedia of economics*. <http://www.econlib.org/library/Enc1/IndustrialConcentration.html>

Gordo, E. et al. (2003), Los efectos de la integración económica sobre la especialización y la distribución geográfica de la actividad industrial en los países de la UE, Documento ocasional, Madrid, Banco de España, 1-66 pp.

Guber, R (2015) *La etnografía: método, campo y reflexividad*, siglo XXI: México. 69-92 pp.

Gutierrez, M. (2017), Un estudio exploratorio del sector aeroespacial en México desde la perspectiva del PIB y el entorno internacional, *denarius*, núm. 33, Julio Diciembre. pp. 167-193

Haaland, J. et al (1998), What Determines the Economic Geography of Europe? Discussion paper, Centre for Economic Policy Research, 1-41 pp.

Harris, E. (1956), *Schumpeter, científico social: el sistema schumpeteriano*, Barcelona: Occidente, 297 pp.

Head, G. y T. Mayer. (2003), The empirics of agglomeration and trade, working paper, 15, CEPII

Hernández et al (2015) *Plan Nacional de Vuelo, Pro México*, 127 pp.

Hualde, A. y Carrillo, J. (2007) *La industria aeroespacial en Baja California: características productivas y competencias laborales y profesionales*, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, BC, 162 pp.

Hualde, A. y Carrillo, J. (2013), ¿Una maquiladora diferente? Competencias laborales profesionales de la industria aeroespacial en Baja California En *La industria aeroespacial:*

complejidad productiva e institucional México, D.F: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales; pp 163-198

Hylton, P. y Catherine L. (2018), Agglomeration economies' influence on logistics clusters' growth and competitiveness, *Regional Studies*, 52:3, 350-361 pp.

Ibarra, L. (2016), Concentración de mercados, colusión y bienestar social en México. Una revisión metodológica. *El trimestre económico*, 83(331), 493-523. <https://dx.doi.org/10.20430/ete.v83i331.208>

Isard, W. (1962), *Location and space-economy: a general theory relating to industrial location, market areas, land use, trade, and urban structure*, Cambridge, Mass: M.I.T., 350 pp.

Juárez, H, (2005), *El auto global: desarrollo, competencia y cooperación en la industria del automóvil*, Puebla, Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: México, D.F. Universidad autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco: Universidad Iberoamericana: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; pp. 602

Juárez, H. y Cortés, A. (2008), *La Industria Aeroespacial en México*, (68), pp. 1–38.

Juárez, H. (2013), El síndrome del colonizado feliz o la creencia de que las vías al desarrollo dependen de la IED: El caso de la industria aeroespacial en México, *Volver al desarrollo o salir de él*, BUAP, 71-108 pp.

Kosakoff, B. (2008), América Latina y las Cadenas Globales de Valor: debilidades y potencialidades. *gcg georgetown university - universia 2008 vol. 2 num. 1 issn:* <https://gcg.universia.net/article/view/327/america-latina-cadenas-globales-valor-debilidades-potencialidades->

Krugman, P. (1991), *Geography and trade*, Leuven-Cambridge Massachusetts, Leuven University Press/The MIT Press.

Krugman, P. y Venables A. (1995), Globalization and the inequality of nations, *Quarterly Journal of Economics*, 110: 857-880 pp.

Krugman, P. y Fujita, M. (1999), *The spatial economy*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts London, England, 367 pp.

Lugie, C. et al (2013), Manufacturing facility location and sustainability: A literature review and research agenda, Elsevier, March 2014, 154-163 pp.

MaCann, P. (2013), Modern Urban and Regional Economics, Oxford, Reino Unido, Oxford University Press, 3-36; 79,96 pp.

MacPherson, A. y Pritchard, D. (2003), The international decentralisation of US commercial aircraft production: implications for US employment and trade, Volume 35, Issue 3, April 2003, pp. 221-238

Manrique, L. (2006). Fuentes de las economías de aglomeración: una revisión bibliográfica. Cuadernos de Economía, 25(45), 75-93. Retrieved July 07, 2019, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722006000200003&lng=en&tlng=es.

Marshall, A. (1957), Principios de Economía: Un tratado de introducción, Aguilar, Madrid, 733 pp.

Mendoza, J. (2011), La crisis de la industria automotriz en México en el marco de la integración económica con Estados Unidos, Economía UNAM, Vol. 8. Núm. 22, 55-73 pp.

Midelfart-Knarvik, K. et al. (2000), The Location of European Industry, European Economy-Economic Papers, 142.

Moncayo, E. (2002) Desafíos, Bogotá (Colombia), (7): semestre II de 2002, 50-99 pp.

Monografía de la IAM (2012) Monografía de la Industria Aeronáutica Mexicana, Secretaría de Economía y Dirección General de Industrias Pesadas y de AltaTecnología, 50 pp.

Morán, A. y Hernández, A. (2013), La Ingeniería en la Industria Aeroespacial, Estado Del Arte y La Prospectiva de La Ingeniería En México y El Mundo 2013, 78

Nakamura, R. y Morrison, C. (2009) Measuring Agglomeration, Handbook of Regional Growth and Development Theories, 305-328 pp.

Niosi, J y Zhegu, M. (2005), Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers? Industry and Innovation, Vol. 12, No. 1, 1-25,

Octtaviano, G. y Puga D. (1997), Agglomeration in the global economy: A survey of the new economic geography, Discussion paper, 356, Londres, Center for Economic Performance, LSE, 1-32 pp.

Palma, R. et al (2015), Innovación Tecnológica y Dinámica Industrial en la Perspectiva de Joseph Schumpeter, Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, 11/30/2015, Vol.7(14), 69-85 pp.

Parnreiter, C. (2018), Geografía Económica una introducción contemporánea, Universidad Nacional Autónoma de México, Lito Roda, México, 558 pp.

Peck, J. (2000), Doing regulation, en The Oxford Handbook of economic geography. Oxford University Press, 61-80 pp.

PNEIA (2010), Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial, 102. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58802/Plan_Estrat_gico_de_la_Industria_Aeroespacial_junio.pdf

Ponsard, C. (1983), History of Spatial Economics Theory, Springer, New York, 240 pp.

Porter, M. (1998), Clusters and the New Economics of Competition, harvard business review November-December 1998, 77-90 pp.

Pro Aéreo 2012-2020, Documento

Oficial https://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/PROAERE_O-12-03-2012.pdf

Ramírez, J. (1999), Los nuevos factores de localización industrial en México. La experiencia de los complejos automotrices de exportación en el norte, Economía Mexicana. Nueva Época, vol. VIII, núm. 1, primer semestre de 1999, 105-147 pp.

Roch J. et al (2017) Plan de Orbita, 2017, Documento oficial, ProMéxico

Rodríguez, L. (2014), Construcciones de Kernels y funciones de densidad de probabilidad, Departamento de Matemáticas ESPOL, 18 pp.

https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25019/1/CONSTRUCCION_DE_KERNELS_Y_FUNCIONES_DE_DENSIDAD_DE_PROBABILIDAD.pdf

San Antonio, S. (2002), La industria aeroespacial: un modelo de integración para la industria de defensa, (c), 419–456

Sánchez, J. (2003), Naturaleza, localización y sociedad: tres enfoques para la geografía económica, Ediciones Universidad de Salamanca, España, 257 pp.

Shepherd, W. (1990), The economics of industrial organization, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1990; ix, 566 pp.

Sobrino, J. (2016), Localización industrial y concentración geográfica en México, Estudios Demográficos y Urbanos, vol. 31, núm. 1 (91), 9-56 pp.

Storper, M. (1997), The regional world. Territorial development in a global economy. The Guildford Press, Nueva York

Storper, M. (2013), Keys to the City. How Economics, Institutions, Social Interaction, and Politics Shape Development, Hardcover, 288 pp.

Sturgeron, J. (2008), Mapping Integrative Trade: Conceptualizing and Measuring Global Value Chains, Int. J. Technological Learning, Innovation and Development, vol. 1, núm 3., 238-257 pp.

Thünen, H. (1966), Isolated state, English Edition, Pergamon, 304 pp.

Trejo, A. (2010), The geographic concentration in Mexican manufacturing industries, an account of patterns, dynamics and explanations: 1988-2003, Investigaciones Regionales, Sección Artículos, 37-60 pp.

Trejo, A. (16-Feb-2016), La localización de las actividades económicas (y la aglomeración espacial). [diapositivas de power point]

Trejo, A. (2017), Localización manufacturera, apertura comercial y disparidades regionales en México, organización económico-espacial bajo un nuevo modelo de desarrollo, El Colegio de México, México, 267 pp.

Vázquez, M. y Bocanegra, C. (2018). La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora The Aerospace Industry in Mexico: Characteristics and Challenges in Sonora. Revista Problemas Del Desarrollo, 195(49), 33.
<https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2018.195.63183>

Viladecans, E. (2001), La concentración territorial de las empresas industriales: un estudio sobre la unidad geográfica de análisis mediante técnicas de econometría espacial, Institut d'Economia de Barcelona Edifici Florensa Adolf Florensa, 25 pp.

Villarreal, A. y Flores, M. (2015), Identificación de clústers espaciales y su especialización económica en el sector de innovación, El Colegio de Sonora, Región y sociedad / año xxvii / no. 62, 117-147 pp.

Villarreal, A. et al. (2016a), Patrones de co-localización espacial de la industria aeroespacial en México, El Colegio de México, Estudios Económicos, 169-211 pp.

Villarreal, A. *et al* (2016b), Patrones de aglomeración espacial de la industria creativa en el Área Metropolitana de Monterrey, Estudios demográficos y urbanos, VOL. 31, NÚM. 2 (92), 2016, 331-383 pp.

Weber, A. (1929), Theory of the location of industries, University of Chicago, 256 pp.

Whyet S. y Kernan P. (2017) Standard & Poors, Factores Crediticios Clave de la Industria Aeroespacial y Defensa, 25 de marzo de 2017, pp.1-19

Fuentes electrónicas

ABC del Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea, 2007

<http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAC-archivo/modulo2/abc-acuerdo-bilateral.pdf>

Banco de Información Económica (BIE) INEGI

<https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>

Censos económicos, 1999, 2004, 2009 y 2014

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx>

DENUE, Directorio Estadístico de Unidades Económicas, Inegi

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM)

<https://www.inegi.org.mx/programas/emim/2007/?ps=datos%20abiertos>

ProMéxico, revisión sobre las oportunidades en México de la Industria Aeroespacial

<http://www.promexico.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/aeroespacial.pdf>

SCIAN, Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

<https://www.inegi.org.mx/app/scian/>

Matriz Simétrica de Insumo Producto base 2013

<https://www.inegi.org.mx/app/tmp/tabuladoscn/default.html?tema=MIP>