

## Posibilidades de inserción de pymes mexicanas en la cadena de valor de la industria aeroespacial, el caso de Baja California

### Possibilities of Mexican SMEs insertion in the aerospace industry value chain, the Baja California case

Juana Hernández Chavarría<sup>a\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-0268-6280>  
 Jorge Carrillo<sup>b</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-8533-2797>

<sup>a</sup>Facultad Lationamericana de Ciencias Sociales, México, correo electrónico: hernandez.juanny6@gmail.com

<sup>b</sup>El Colegio de la Frontera Norte, México, correo electrónico: carrillo@colef.mx

#### Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar a las empresas de la industria aeronáutica en Baja California. La forma de aproximación a los resultados fue un cuestionario electrónico y entrevistas a profundidad. Los resultados muestran que la inserción de empresas ha estado condicionada por diversos factores, la certificación básica es solo el primer paso; el verdadero reto es encontrar nichos de oportunidad y capacidad de negociación para lograr un contrato productivo, lo cual demanda habilidades empresariales, jurídicas y económicas. Este trabajo es pionero en el estudio de empresas mexicanas participantes en este sector emergente. La principal limitación fue el acceso a la información sobre las empresas y que accedieran a participar en este estudio; mientras que el principal hallazgo es que muy pocas empresas son proveedores, pero si se mantiene una tendencia de crecimiento, se puede tener mayor integración en un futuro cercano, y eventualmente una mayor derrama económica y transferencia tecnológica.

Palabras clave: industria aeroespacial, pymes, inversión extranjera directa, Baja California, cadena de valor.

#### Abstract

The goal of this article is to analyze the aerospace industry in Baja California, Mexico. The methodology is based on the application of an electronic questionnaire and face-to-face in depth interviews. Our results shows that the insertion of companies has been conditioned by several factors: the basic certification is only the first step; the real challenge is to find niches of oppor-

Recibido el 10 de noviembre de 2016.

Aceptado el 22 de septiembre de 2017.

\*Autor para correspondencia: Juana Hernández Chavarría, correo electrónico: hernandez.juanny6@gmail.com

Lenguaje original del artículo: inglés



Esta obra está protegida bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

CÓMO CITAR: Hernández, J. y Carrillo, J. (2018). Possibilities of Mexican SMEs insertion in the aerospace industry value chain, the Baja California case [Posibilidades de inserción de pymes mexicanas en la cadena de valor de la industria aeroespacial, el caso de Baja California]. *Estudios Fronterizos*, 19, e002, doi:10.21670/ref.1802002

tunity and bargaining power to achieve a productive contract, which demands entrepreneurial, legal and economic skills. This analysis is a pioneer in the study of Mexican companies participating in this emerging sector. The main limitations were the access to the companies' information and the rejection to participate in the study. The main finding is there are very few Mexican suppliers integrated to the global value aerospace chain but if the trend of growth is maintained, it may had greater integration in the near future, and possibly a greater economic spill and technology transfer.

Keywords: the aerospace industry, SMEs, foreign direct investment, Baja California, value chain.

## Introducción<sup>1</sup>

En México la inversión extranjera directa (IED) se ha centralizado en un número selecto de estados, lo que podría deberse a la aglomeración de economías en un nivel regional, principalmente en los estados fronterizos. Para el caso de la aeronáutica también obedece a las tendencias específicas de la industria, como por ejemplo la existencia de niveles más elevados de descentralización de actividades en diferentes partes del mundo, debido a los cambios hacia procesos que tienden a la subcontratación en lugar de a la centralización. Esto ofrece oportunidades a los países emergentes, como México, de esta manera se aprovechan las capacidades productivas y la tradición industrial de las regiones.

El estado de Baja California posee recursos naturales, humanos y materiales que han posibilitado la llegada de empresas extranjeras, no solo en el campo de la industria aeroespacial, sino también en sectores como la electrónica y la alimentaria. Esto se debe a que ofrece ventajas para la instalación de empresas multinacionales en términos de mano de obra calificada y con amplia experiencia en maquila, localización estratégica en relación a los Estados Unidos, beneficios resultantes del Acuerdo de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y obras de infraestructura tecnológica, lo que abre nuevas oportunidades para la industria local.

Hasta ahora hay pocos datos sobre la inserción de las empresas locales, a pesar de que el gobierno estatal ha definido nichos de especialidad para impulsar al sector aeronáutico que incluyen: certificación de proveedores, capacidad técnica de avanzada y materiales avanzados. De todos modos, también reconocen la existencia de debilidades en la región como una cadena de suministro débil, una respuesta insuficiente a las tendencias tecnológicas globales, y una baja incorporación de tecnología de punta. Por lo tanto, este estudio pretende proporcionar información acerca de las empresas de Baja California que participan en la industria aeronáutica. Las preguntas se plantean en tres direcciones: 1) ¿cuáles son las características de las empresas mexicanas en el sector de la aeronáutica en el estado de Baja California?, 2) ¿con qué eslabones de la cadena de producción global se vinculan? y, 3) ¿cuáles son las actividades que llevan a cabo y cuáles son las posibilidades de seguir diversificando las mismas?

Este trabajo se divide en seis partes, la primera es una breve descripción de las características particulares del sector aeronáutico a nivel productivo y organizacional. La segunda presenta la racionalidad de la movilidad de la producción en este sector y cómo

<sup>1</sup> Esta publicación se hizo en virtud de una beca postdoctoral en la UNAM.

impacta la inversión en países que no tienen antecedentes en la industria, como es el caso de México. La tercera describe la industria aeronáutica en el estado de Baja California, y luego, la cuarta muestra la metodología utilizada para recopilar la información. La quinta parte muestra los resultados de las características, vinculación, actividad y oportunidades de este sector en Baja California. Por último, las conclusiones generales aparecen en la sexta parte.

## Discusión acerca de la complejidad y particularidades del sector aeronáutico

Entre las características muy singulares de la industria aeronáutica<sup>2</sup> se encuentran grandes inversiones y ciclos de producción muy largos, donde el alto nivel tecnológico en el diseño y en la manufactura marcan su idiosincrasia. La complejidad del sistema productivo y la multiplicidad de disciplinas que tienen injerencia en la producción determinan una gestión descentralizada de la producción que está dominada por grandes armadoras a nivel internacional (Casalet, 2013).

Este sector se caracteriza por un proceso de producción ampliamente complejo, con una fuerte dependencia de la innovación y las actividades de investigación y desarrollo (I+D), con una estructura piramidal dominada por empresas líderes manufactureras de equipo original (original equipment manufacturer [OEM]), la cual controla el diseño del producto final, y delega en los proveedores la evolución de los módulos del resto del proceso de producción (Eliasson, 2010; Niosi y Zhegu, 2005). Actualmente, la cadena de valor de la industria aeroespacial se apoya en dos pilares fundamentales: por un lado, la descentralización de las actividades productivas y la I+D en toda la cadena de valor; y por otro la intensificación de asociaciones para compartir el riesgo entre las empresas integradoras y sus principales proveedores (Morissette, Barré, Lévesque, Solar-Pelletier, 2013). Hoy por hoy, las OEM se focalizan principalmente en el diseño (buscando mayor eficiencia y nuevos materiales) y en las ventas (compiten por abarcar más los mercados mundiales) y en menor proporción en el proceso productivo, que, cada vez en mayor medida, se delega a los proveedores de primer nivel, también llamado Tier 1.

### *Características de la industria aeronáutica*

El sector aeronáutico se enmarca dentro del paradigma de la manufactura avanzada, es responsable del diseño, desarrollo, fabricación, ensamblaje, comercialización, reparación y venta de aeronaves. El ciclo del producto consiste en el desarrollo de I+D, el diseño, la fabricación, el ensamble, ensayos y certificación, y por último, las actividades de mantenimiento (López, Elola, Valdalisio y Aranguren, 2012). Algunas características específicas de esta industria son:

---

<sup>2</sup> En este documento, los términos industria aeronáutica y aeroespacial serán utilizados indistintamente como sinónimos.

- Alta intensidad científica y tecnológica.
- Programas de alto coste y riesgo.
- Ciclos muy largos de desarrollo y retorno de la inversión.
- Producción en series cortas y con gran valor añadido.
- Colaboración internacional en diseño y desarrollo.
- Papel relevante del gobierno como impulsor, cliente, regulador y defensor del mercado.
- Fuertes barreras de entrada.
- Importancia crítica de la calidad y la seguridad.
- Ciclos de vida muy largos y relaciones entre la industria civil y militar (Casalet, 2013; López et al., 2012).

La industria aeronáutica desarrolla sus actividades en todo el mundo y está estrechamente vinculada a las cadenas de valor globales con un número reducido de grandes empresas OEM con un alto grado de especialización, que actúan como demandantes finales de las actividades realizadas en todo el mundo. En esta industria predomina un volumen bajo de productos y a la vez una alta mezcla de los mismos. Además los ritmos de producción son lentos con un alto grado de planificación, ingeniería y control de calidad (Gomis y Carrillo, 2016).

### *Estructura productiva de la industria aeronáutica a nivel mundial*

A nivel mundial, la cadena de valor global de esta industria está regida por cuatro grandes empresas con un alto grado de especialización que dominan el mercado de la producción de aviones civiles y comerciales: Empresa Europea de Defensa y Espacio Aeronáutico (European Aeronautic Defence and Space Company [EADS/Airbus]) de origen europeo, Boeing (para grandes aviones) de Estados Unidos, Embraer de Brasil y Bombardier de Canadá, para aviones medianos; y tres de los principales fabricantes de motores: General Electric, Rolls-Royce y Pratt & Whitney (López et al., 2012; Niosi y Zhegu, 2005).

Globalmente, el peso de la industria aeronáutica es de alrededor de 1% del PIB. En los Estados Unidos (EE. UU.), está muy cerca de esa cifra y en la Unión Europea (UE) ronda 1.2%. En cuanto a la construcción de aeronaves, la actividad destinada al mercado civil es predominante, aunque en los Estados Unidos, la industria aeronáutica y aeroespacial está relativamente concentrada, ya que parte de los componentes de las aeronaves de las grandes empresas (de otros países) son de origen estadounidense.

La UE concentra más de un tercio de la producción mundial; el resto se queda en tres países que manejan entre 2% y 5%, estos son: Canadá, Japón y Brasil. Después de estos, se encuentra el sureste asiático, con una presencia creciente de la India y de China, y Rusia, que ha recuperado su relevancia (López et al., 2012).

Debido a las políticas de subcontratación, la concentración de la actividad de montaje se realiza en determinadas ciudades como Montreal y Belfast para Bombardier, Seattle para Boeing, Hamburgo y Toulouse para Airbus y finalmente Sao Paulo para Embraer (Elola, Valdaliso y López, 2013).

La localización en clústeres de esta industria está determinada por fuerzas centrífugas, es decir, fuera de los consorcios, grandes integradores u OEM operan para que las industrias puedan establecerse en una zona y convertirla en un área estratégica en el mercado mundial. También influyen fuerzas centrípetas impulsadas por las administraciones

públicas y por importantes empresas integradoras locales de primer nivel, que atraen desde dentro para que se instalen las empresas aeronáuticas internacionales en su zona, al igual que las pymes de sectores física y tecnológicamente cercanos. Ambas fuerzas apuntan a lograr un máximo nivel de actividad en investigación e innovación.

Las fuerzas centrípetas causan un efecto tractor en determinadas zonas. Estas fuerzas son, por ejemplo, la existencia de capital humano cualificado en las actividades que se desarrollarán en el amplio espectro de esta industria o, según el caso, en la tradición aeronáutica o en una actividad similar, o un tejido empresarial dispuesto a grandes inversiones a riesgo y a largo plazo (Casalet, 2013; López et al., 2012, p. 35; Niosi y Zhegu, 2005; Office of Aerospace and Automotive Industries International Trade Administration, 2007).

Las OEM realizan el ensamblaje final de aviones o helicópteros, la fabricación de algunas partes y componentes, el diseño y desarrollo de nuevos modelos de aviones, y la venta al cliente final.

Proveedores de primer nivel (Tier 1): son segundos en importancia (después de las OEM) y participan en actividades de ensamble, la fabricación de productos de alto valor agregado y la integración de los grandes subsistemas (AeroStrategy, 2009).

Los proveedores de segundo nivel (Tier 2): son empresas especializadas en montajes de diversos sub-ensambles y secciones para integrarse a aeroestructuras, sistemas de aviónica, motores, diseño de interiores de aviones y trenes de aterrizaje (Secretaría de Economía, 2012).

Los proveedores de tercer nivel (Tier 3): son empresas pequeñas especializadas en el diseño y fabricación de partes y componentes elementales, tales como tornillos, cristales, fundas de asiento, etc.

Por último, en la cadena de producción de esta industria se encuentran los proveedores de ingeniería y diseño, al igual que los proveedores de bajo coste especializados en la producción de ciertos componentes y procesos específicos.

Esta cadena de producción se da a partir de una demanda internacional, más que local, y los productos aeronáuticos y especiales se elaboran con la participación de empresas de todo el mundo, no dentro de un clúster determinado.

Otra característica es el flujo constante de conocimientos dentro de toda la cadena de producción a nivel internacional. El conocimiento tácito es muy importante en la producción. Las habilidades del trabajador determinan algunas actividades, y solo con su experiencia se alcanzan los estándares de producción. El conocimiento codificado también desempeña un papel central y se traduce en forma de normas, especificaciones, procedimientos, protocolos y requisitos. Ambos tipos de conocimiento promueven un protocolo muy jerárquico determinado por las OEM (Hernández, 2010).

El proceso de fabricación tiene que ver con todas las actividades que se realizan antes de comenzar a ensamblar un avión. Este es un proceso complejo en el que se comprueba que las miles de piezas que formarán la aeronave cumplan con las especificaciones establecidas.

Una vez que los aspectos mencionados anteriormente son examinados por las OEM, se procede a la integración en la cadena productiva, es decir, la distribución de las actividades entre los diferentes proveedores que conforman la cadena de valor.

## *Perspectivas del tamaño de mercado*

Las ventas en el sector aeronáutico a nivel mundial han aumentado desde 2004 como resultado de la demanda de nuevos aviones y la aparición de nuevas aerolíneas denominadas de bajo costo, así como del aumento en el número de pedidos para la renovación de la flota de aviones de países asiáticos, especialmente China. Además, países como India han aumentado la demanda interna de aeronaves y han creado una estrategia para migrar la inversión e impulso de la industria aeronáutica de defensa a la industria de aviones comerciales (Maní, 2010).

Las ventas en este sector contabilizan \$450 mil millones de dólares. Estados Unidos es el país con mayor ingreso en la industria aeronáutica con \$204 mil millones de dólares, 45.3% del total. Le siguen Francia, el Reino Unido y Alemania, que son los principales socios de la empresa Airbus.<sup>3</sup> Luego, Canadá se sitúa en el quinto lugar con un ingreso de \$22 mil millones de dólares; Brasil está en el 10º lugar. Es importante señalar que los grandes fabricantes de aeronaves y motores en el mundo provienen de estos países, México se ubica en el decimoquinto lugar a nivel mundial (AeroStrategy, 2009).

La industria aeronáutica puede dividirse en cuatro segmentos de mercado: *a*) la fabricación de aviones de mayor capacidad (también denominados aviones comerciales), *b*) la fabricación de aeronaves de menor capacidad (aviones sectoriales), *c*) aeronaves de aviación general (aviones ejecutivos) y helicópteros, y *d*) el sector de mantenimiento, reparación y revisión (MRO, por sus siglas en inglés), que puede ser usado tanto en el ámbito civil como militar. Las actividades de servicio de MRO implican la revisión, limpieza, lubricación y sustitución o reparación de pequeñas partes del avión.

Algunas actividades MRO se limitan a la revisión, limpieza y lubricación periódica (después de un cierto número de vuelos). El caso específico de la reparación comprende el proceso mecánico, en caso de fallas graves detectadas durante el mantenimiento. Las actividades de mantenimiento mayor (*overhaul*) también se realizan y consisten en una completa inspección de las aeronaves, una vez alcanzadas entre 4 000 y 5 000 horas de vuelo.

## *Regulaciones y certificaciones para el sector*

Las regulaciones y certificaciones representan un tema central en esta industria, debido a su complejidad y a su modo de operación. La seguridad es el factor que rige todas las actividades relacionadas con el producto final, porque a diferencia de otras industrias de transporte, un fallo en la operación de una aeronave, por pequeña que sea, puede resultar en consecuencias fatales (Secretaría de Economía, 2012).

Por lo tanto, es necesario garantizar su operación tanto en el ensamblaje y fabricación de componentes y sistemas, como el uso de materiales y procesos que cumplan con estrictas normas de seguridad y calidad. Por lo tanto las empresas que realizan estas actividades deben estar certificadas por las autoridades aeronáuticas que las regulan, por organismos de certificación o a través de la compañía de la que son proveedores.

El estándar aceptado internacionalmente por la industria aeronáutica es la Serie 9100 y su implementación es de gran importancia para las empresas que deseen convertirse en proveedoras de partes y componentes de aviones.

<sup>3</sup> La principal empresa en Europa en la industria aeroespacial.

La AS9100 contiene los requisitos del ISO 9001: 2000, con la adición de otros 80 requerimientos críticos de calidad en la industria aeroespacial, algunos de ellos son: la inspección del primer artículo, manejo de la variación de las características esenciales, el control del diseño y desarrollo y manejo de proveedores.

En el caso de México en relación con el tema de las regulaciones y certificaciones, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), es la dependencia mexicana encargada de otorgar los permisos que permiten el establecimiento de fábricas de aviones, motores, partes y componentes, así como de llevar su control y vigilancia.

Dada la complejidad del tema de las certificaciones, el gobierno mexicano tomó medidas para unirse al Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (Bilateral Aviation Safety Agreement [BASA]). El objetivo de este acuerdo implica un reconocimiento mutuo entre las autoridades aeronáuticas civiles de México y de América del Norte (también incluye Canadá) en materia de certificación de piezas y componentes aeroespaciales conforme parámetros internacionales que promueven la seguridad en la aviación y la calidad ambiental. En los Estados Unidos, la autoridad responsable de la certificación es la Administración Federal de Aviación (Federal Aviation Administration [FAA]), mientras que la DGAC, dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, es responsable del lado mexicano (Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, 2012; Secretaría de Economía, 2012).

La industria aeronáutica en México está en constante crecimiento. Existen aproximadamente 300 empresas que pertenecen a la industria aeroespacial, distribuidas en diferentes estados. Las razones que explican el aumento de la actividad de la industria aeronáutica son las ventajas derivadas de su ubicación geográfica, ya que su proximidad al mercado más grande (Estados Unidos) permite reducir los costos de producción de las empresas que operan principalmente en Europa.

La experiencia y el nivel de competitividad alcanzado en otros sectores como el automotriz y el electrónico en México, permiten contar con una base de personal y empresas que pueden orientarse hacia el sector aeronáutico. Además, los acuerdos de libre comercio le brindan acceso preferencial en 43 mercados (Secretaría de Economía, 2012).

## Estrategias de movilidad de las empresas transnacionales de aeronáutica

Actualmente, los impulsores de la movilidad en la empresa aeronáutica van más allá de los costos de producción. Las grandes empresas buscan nichos de oportunidad en áreas tales como la ingeniería, o el acceso a la información de I+D en diferentes regiones del mundo.

Debido al crecimiento del mercado, las OEM y las empresas Tier 1 necesitan crear mejores diseños en ciclos más cortos, por lo que buscan talentos y capacidades en todo el mundo. Por esta razón algunas inversiones productivas se han trasladado a países como Rusia, India y los Estados Unidos, donde se han transferido los trabajos de ingeniería y diseño (AeroStrategy, 2009).

La industria aeronáutica está cambiando de procesos que antes eran integrados a subcontrataciones, lo que implica una búsqueda de lugares donde producir cada uno de los componentes de la aeronave sea cada vez más eficiente, brindando a los países emergentes grandes oportunidades para el desarrollo.

Es importante señalar que en este sector, no solo se tiene en cuenta a los impulsores de movilidad productiva tradicional. Estos se combinan con nuevos impulsores, que determinan las estrategias de las empresas transnacionales y se mueven a lo largo de la cadena de producción; lo que lleva a la industria a trasladarse a países desarrollados o en desarrollo, como México.

A veces, las empresas de este sector buscan una combinación de factores (nuevos o tradicionales) que impulsen la movilidad. De esta manera, se contempla el acceso a mano de obra calificada de bajo costo, y también a las economías de escala, a la posición geográfica, a la tasa de cambio, y al apoyo del gobierno del país receptor, dependiendo de la actividad que se desea reubicar. Algunos impulsores de movilidad de la producción de la industria aeronáutica son: el acceso a nuevos mercados, las condiciones del entorno global, el acceso a tecnología de punta y complementaria, e incentivos y condiciones ofrecidas por el país de acogida, el acceso a mano de obra proveniente de una industria de subcontratación de avanzada y el tipo de actividades productivas transferidas.

En el caso de México, hay estudios que utilizando modelos de ubicación, con un modelo *logit* condicional, han identificado las características regionales que influyen en la elección del lugar de establecimiento de la IED para el sector manufacturero en la segunda mitad de la década de los noventa, después de la creación del TLCAN.

Una de las principales conclusiones del estudio es que la IED en el sector manufacturero se ha centrado en un grupo selecto de estados dentro del territorio mexicano, lo que sugiere que las empresas de propiedad extranjera prefieren una ubicación con presencia de economías de aglomeración a nivel regional. Los estados fronterizos se han convertido en la región más importante para la IED (Jordaan, 2012).

Actualmente, la producción internacional de las compañías multinacionales ha crecido y se han asumido nuevos modelos. Es así que pueden observarse importantes cambios en el escenario económico global, lo que hace que surjan nuevas explicaciones sobre los impulsores de la IED, o que las ya existentes se modifiquen y en algunos casos sustituyan. Otros impulsores que explican las decisiones de inversión de las empresas transnacionales son: *a*) una tendencia hacia el aumento de la importancia de la IED impulsado por la tecnología (Amighini, Rabellotti, Pavia y Scalera, 2013); *b*) la ubicación de las diferentes etapas de la cadena de valor: se decide dónde mover parte de la producción en función de las actividades del eslabón de la cadena, independientemente de los factores tradicionales, tales como el costo de la mano de obra; *c*) factores socio-institucionales locales, por ejemplo, tipo de cambio de la moneda, riesgos políticos, reglamentos y políticas de las entidades supranacionales y las diferencias culturales entre países; *d*) el funcionamiento del sistema nacional de innovación que ofrece nuevas ventajas de localización para empresas multinacionales y apoya el logro de la innovación dentro del país o región a la que se destinan las inversiones. Los cambios en el comportamiento de la inversión de las empresas multinacionales reflejan el paisaje cambiante de la innovación y oferta cada vez más global de la ciencia, de la tecnología, y de la capacidad de innovación (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2011).

A nivel regional, las políticas públicas, los incentivos gubernamentales y la calidad de las infraestructuras, influyen en las decisiones de localización de la I+D en una región en particular. Los esfuerzos de innovación regionales o nacionales pueden abrir nuevos nichos de oportunidad para atraer la IED, ya que una mayor inversión en I+D atraerá a empresas multinacionales centradas en actividades que van más allá de la manufactura. Un contexto local innovador atrae a las inversiones más sofisticadas.

## La industria aeronáutica en el estado de Baja California

En la agenda de innovación del estado de Baja California del 2014, el sector aeroespacial se define como una de las esferas de competencia del estado. Mexicali es la ciudad donde se lo promueve como una vocación productiva. La Secretaría de Economía a través del Instituto Nacional del Emprendedor (Inadem), también identificó siete sectores clave en Baja California, e incluyó la industria aeroespacial, basándose en la calidad de los empleos, los empleos generados, el valor agregado censal bruto (VACB), la producción y remuneración del sector (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt], 2014, p. 24).

Los orígenes de la industria aeroespacial en Baja California se remontan a 1927 con la fundación de la compañía Aérea de Construcción y Transporte S.A. en el municipio de Tijuana. Sin embargo, el desarrollo del sector en la región no se inició hasta 1966, con el establecimiento de las empresas Rockwell y Switch Luz. Actualmente, según un estudio realizado por Gomis y Carrillo (2016), basado en datos de ProMéxico, 106 empresas operan en el estado, distribuidas de manera heterogénea. En las ciudades de Tijuana y Mexicali se concentra 85.3% de ellas. Estas empresas se dedican a la fabricación y al ensamble de eléctricos y electrónicos para aviones y partes de motores.

El estado de Baja California ha desarrollado diversos mecanismos para impulsar el sector aeroespacial, especialmente el proyecto de Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (Bilateral Aviation Safety Agreement, BASA por sus siglas en inglés). Este acuerdo bilateral con los EE. UU. permite la certificación de componentes y diseños aeroespaciales, después de cumplir las normas y los requisitos de la FAA. Asimismo, dispone de una asociación clúster donde las empresas establecidas se están agrupando con el objetivo de identificar las oportunidades y limitaciones que permitan un mayor desarrollo del sector aeroespacial en la región (Conacyt, 2014).

La entidad como tal se especializa en actividades de maquinados de precisión, sistemas eléctricos y de potencia, sistemas hidráulicos e interiores y procesos de conformación de placas de metal y, en algunos casos, procesos especiales, tratamientos térmicos y superficiales y actividades de mantenimiento y reparación de partes de motor (ProMéxico citados en Conacyt, 2014).

Las empresas identificadas en esta región son de capital extranjero y no hay datos oficiales de las empresas locales. Entre las compañías extranjeras más notables se incluyen: Aerodesing de México, Delphi Connections Systems, Eaton Aerospace, y Honeywell Aerospace de México, para nombrar unas pocas. La mitad de las empresas de este sector se encuentran en Tijuana, un tercio en Mexicali y el resto en Tecate, Ensenada y Rosarito. Las empresas medianas y grandes están ubicadas en las ciudades de Tijuana y Mexicali, y las empresas pequeñas y micro en Tecate y Ensenada (Conacyt, 2014, p. 59).

La mayoría de las empresas del estado son Tier 2, y su actividad consiste en ensamblar componentes y manufactura de partes. Son grandes empresas maquiladoras, con importante generación de empleo, pero no se encuentran en el primer nivel de proveeduría, situación que refleja la limitada capacidad que tiene la industria aeroespacial en el estado (Conacyt, 2014, p. 59). La mayoría de las empresas están certificadas por Nadcap y AS9100, y más de 90% de todas las empresas manufactureras con 250 o más empleados, están certificadas bajo las normas ISO 13485 e ISO 9000 (Conacyt, 2014).

El desarrollo económico en este estado se ha articulado con base en una política de clústeres, ya que se los considera un lugar de convergencia de actores estratégicos en los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Entre los clústeres

estratégicos se encuentra el aeroespacial, además del automotriz, de dispositivos médicos y dentales, tecnología de la información, electrónica, logística, agroindustria y vitivinícola (Conacyt, 2014, p. 34).

Si bien el sector de servicios ocupa el primer lugar en las actividades económicas del estado, la industria manufacturera también es importante debido a su impacto en el empleo, en la inversión extranjera directa y en la educación. Los recursos naturales, materiales y humanos que posee el estado han hecho viable la exitosa incursión en sectores como la industria electrónica, aeroespacial, alimentaria y la biotecnología, entre otros (Conacyt, 2014).

Las autoridades de Baja California consideran que su proximidad con el polo tecnológico de San Diego, California, contribuye a capitalizar actividades con mayor valor agregado y brindan nuevas oportunidades de negocio para que los distintos sectores estratégicos puedan integrarse a las cadenas de valor globales. Los nichos especializados definidos para el sector aeroespacial son: certificaciones de proveedores, capacidades técnicas avanzadas y desarrollo de materiales avanzados (Conacyt, 2014).

Las debilidades del estado en este sector se remiten a un vínculo frágil entre la academia y las empresas, a una respuesta insuficiente del sector para hacer frente a las tendencias tecnológicas mundiales, a una cadena de suministro débil y a la falta de integración de proveeduría nacional, a la escasez de capital humano experimentado en procesos de fabricación convencional, a la escasa actividad de planificación academia-gobierno-industria y a una incipiente incorporación de tecnología de punta en los procesos de manufactura (Conacyt, 2014, p. 60). Si bien la falta de integración de proveeduría nacional representa una debilidad en el contexto actual, también es vista como una oportunidad de fomento del desarrollo de proveeduría local y del desarrollo dentro del sector, ya que este trabajo constituye una contribución en relación con la situación de la integración local.

A pesar de la falta de estudios en el estado de Baja California referidos a la situación de las empresas mexicanas en el sector aeroespacial, existen valiosos análisis como el de Hualde y Carrillo que enfatizan la importancia del capital humano en esta industria y plantean la importancia de la capacitación, la vinculación y el desarrollo de las instituciones educativas para ayudar a satisfacer las demandas de la industria y la formación de recursos humanos competitivos. El estudio se centró en analizar las características productivas y las competencias profesionales y laborales que demanda esta industria en el estado, que eventualmente se generalizan a otras regiones (Hualde y Carrillo, 2007).

Cabe señalar que ni en la información oficial del estado, ni en los estudios realizados en el sector, las empresas mexicanas ubicadas en esta región han sido estudiadas, a pesar de que la necesidad de fortalecer el ecosistema de proveedores para la industria aeroespacial es reconocida. Además, se considera la necesidad de una red de servicios tecnológicos especializados como un nicho de oportunidad y la necesidad de fomentar el desarrollo de la cadena de suministro en la industria aeroespacial, sacando ventaja de la gran cantidad de empresas de manufactura con las que cuenta el estado (Conacyt, 2014).

## Estrategia metodológica

Los datos de este trabajo son parte de la tesis doctoral “Las empresas mexicanas en la cadena de valor de la industria aeronáutica”, donde se analizó a las empresas mexicanas en

varios estados del país. Este capítulo presenta algunos de los hallazgos de la investigación empírica como resultado de un cuestionario electrónico y de entrevistas con empresas mexicanas en la industria aeronáutica.

La falta de datos significaba que la información debía generarse de cero. Por lo tanto, se creó un directorio general con todas las empresas registradas en el país, se recopiló la información proporcionada por los órganos oficiales para consolidar un directorio confiable y se identificaron 259 empresas. Luego, se procedió a identificar a las empresas mexicanas.

En el caso de Baja California, se encontraron seis empresas de origen 100% mexicano, aunque solo se pudo acceder a cuatro de ellas, las que constituyen la muestra para este análisis. Si bien es un número pequeño, la complejidad y las características del sector y el gran número de empresas transnacionales en el estado, hacen de estas empresas locales un tema de análisis interesante.

Para analizar la información, se creó una base de datos con las respuestas al cuestionario, y con el apoyo del programa estadístico SPSS, se generaron etiquetas para que el tratamiento de los datos fuera más homogéneo. Los cuestionarios se obtuvieron a través de correos electrónicos, llamadas telefónicas y visitas a las empresas. Estas interacciones también permitieron realizar entrevistas en profundidad con el personal de la empresa. En términos porcentuales, se cubrió 67% de las empresas mexicanas localizadas en Baja California, de las cuales 50% son grandes y medianas empresas y el otro 50% pequeñas.

## Características y posibilidades de inserción de las empresas mexicanas de la aeronáutica en Baja California

Se identificaron seis empresas de capital mexicano en Baja California, aunque solo se pudo acceder a cuatro de ellas. Esto representa 26% de todas las empresas mexicanas identificadas en el país en 2014. La primera pregunta a la que refiere este análisis es, ¿cuáles son las características de las empresas mexicanas del sector aeroespacial en el estado de Baja California? Estas son empresas que provienen del sector de maquinados, tres de ellas siguen funcionando en su sector de origen además del aeronáutico, y una de ellas está totalmente dedicada a la aeronáutica.

El modo en que estas empresas empezaron a operar en aeronáutica remite básicamente a un propietario o a un empleado que anteriormente trabajó en una empresa aeronáutica. También se le suma una estrategia de diversificación de actividades, ya que la vinculación con otras empresas desempeña un papel importante en la inclusión de las empresas locales, aunque también hay empresas proactivas que realizan acciones para integrar a los sectores de alta tecnología como este.

En un sector con características particulares como el aeronáutico, asociarse no es suficiente, la tarea central es permanecer en dicho sector. Para lograrlo, las empresas de Baja California han recurrido a estrategias como la de costos y flexibilidad, es decir, tener un precio competitivo para el cliente y ser flexibles ante las demandas y requerimientos en términos de uso de materiales y tiempos de entrega. Otra estrategia tiene que ver con los recursos humanos y la diferenciación y, en algunos casos, la proximidad al cliente. Esto se debe a que para algunas empresas multinacionales es esencial tener proveedores a poca distancia geográfica para agilizar el proceso de producción y tener una respuesta rápida a los problemas de calidad o de suministro de piezas.

Las cuatro empresas identificadas están certificadas por la norma básica para proveedores en aeronáutica, la AS9100. La serie 9100 es un modelo para sistemas de administración de calidad en el sector aeronáutico, basado en la norma ISO 9001: 2000. La aplicación general está a cargo del Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial (International Aerospace Quality Group [IAQG]), cuya entidad responsable es la Sociedad de Ingenieros Automotrices (Society of Automotive Engineers [SAE]). La certificación AS9100 hace hincapié en la calidad, seguridad y tecnología en todas las etapas de la cadena de suministro y se aplica en todos los ámbitos, tanto civil como militar. Obtener esta certificación implica una serie de requisitos y conlleva altos costos económicos, por lo tanto, el hecho de que las empresas mexicanas estén certificadas, muestra que son empresas sólidas y podrían tener una valiosa trayectoria en el sector.

Además de la AS9100, una empresa debe contar con la licencia para la Regulación Internacional sobre Tráfico de Armas (International Traffic in Arms Regulations, ITAR),<sup>4</sup> que incluye un conjunto de regulaciones del gobierno de los Estados Unidos para la importación y exportación de artículos de defensa y servicios y que abarca el sector aeronáutico (Trade, 2014). Esto sugiere que se trata de empresas con clientes en el área de defensa de los Estados Unidos. Como se señaló anteriormente, estas empresas han realizado grandes inversiones para entrar en el sector. Lo más importante y fundamental es la certificación básica, porque es un sector que se rige por regulaciones y certificaciones que son la base de un proveedor de cualquier nivel.

Por otro lado, es importante destacar que ninguna empresa invierte en I+D, lo que demuestra que las empresas realizan actividades de bajo valor agregado. Veremos más adelante el tipo de productos que generan y los eslabones de la cadena de valor a los que se vinculan.

Con respecto al apoyo gubernamental, tal como fondos o algún tipo de estímulo, ninguna empresa mexicana en el sector aeronáutico en Baja California ha recibido este tipo de apoyo. A pesar de ser un estado que ha sido definido como uno de los sectores prioritarios para el futuro próximo y tiene dos asociaciones clúster ganando impulso, las empresas locales no han tenido acceso a apoyo financiero o a información clave que les permita mejorar su posición dentro del sector.

En cuanto a los vínculos con fuentes externas, no se ha observado dinamismo o estrategias para cooperar o asociarse con agentes externos. Solo dos empresas se han vinculado con los laboratorios privados, principalmente para asistencia técnica, pero no realizan prácticas colaborativas para lograr nuevos desarrollos o asesorarse sobre el uso de nuevos materiales o el tratamiento de las piezas. Solo una empresa se ha dirigido al Consejo de Ciencia y Tecnología y a la Secretaría de Economía del estado para dicho propósito.

En el caso de universidades, solo una empresa las ha contactado, pero no para llevar a cabo actividades relacionadas con el proceso productivo, sino para acceder al personal de servicio social. Del mismo modo, solo una empresa se ha relacionado con asociaciones intermedias, pero ha sido para asistir a eventos o ferias. Solo una empresa se ha dirigido a ProMéxico para acceder a información. Ninguna empresa se ha puesto en contacto con laboratorios públicos, centros de investigación o el Conacyt. Esto demuestra no solo

---

<sup>4</sup> Las regulaciones ITAR estipulan que cualquier información y materiales relacionados con la defensa militar y tecnologías relacionadas solo se pueden compartir con personas y empresas en los EE. UU., salvo la autorización emitida por la lista de municiones de los Estados Unidos (United States Munition List [USML]) (Trade, 2014).

la poca capacidad de vincularse de las empresas, sino también la falta de instrumentos que les ayuden a acceder a la información clave y a otros actores estratégicos para su desarrollo dentro del sector.

Las empresas han contratado consultores externos para cumplir con exigencias legales, certificaciones, y cuestiones ambientales y de seguridad, lo cual brinda elementos sobre sus problemas y representan una oportunidad para que el gobierno estatal les asista en estos asuntos.

La segunda pregunta es, ¿con qué eslabones de la cadena de producción global se vinculan las empresas mexicanas de Baja California? Las empresas respondieron que sus principales clientes se encuentran en los eslabones más altos de la cadena de valor y son proveedores OEM, Tier 1 y Tier 2. Esto significa que han obtenido acceso a compañías que realizan el ensamblaje final de aviones o helicópteros, fabrican partes y componentes, diseñan y desarrollan nuevos modelos de aviones, y se encargan de las ventas al cliente final. Las empresas *Tier 1* son segundas en importancia (después de la OEM) y participan en el ensamblaje y en la fabricación de productos de alto valor agregado y en la integración de grandes subsistemas. Las empresas *Tier 2* se especializan en el montaje de diversos sub-ensambles y secciones para integrarse a aeroestructuras, sistemas de aviónica, motores, diseño de interiores de aviones y trenes de aterrizaje.

Es necesario analizar qué actividades o piezas fabrican, ya que ser un proveedor de alto nivel en la cadena de valor no garantiza su permanencia en el sector. Este hallazgo es consistente con la evidencia empírica, lo que sugiere que la región más dinámica por su interacción con las empresas OEM es la del norte del país. Esto podría indicar que las empresas mexicanas en esta región son las que llevan a cabo actividades con mayor valor agregado.

Si bien este hallazgo parece contradecirse con el estudio de Gomis y Carrillo (2016), que concluía que en términos de la cadena global de valor (CGV), el grueso de la actividad parece estar en niveles o eslabones inferiores del proceso productivo, sugiere que las empresas ubicadas en Baja California principalmente realizan proveeduría para apoyar a aquellas que producen partes y componentes para otras empresas fuera del país, que a su vez producen los sistemas y subsistemas. Estos autores también encontraron que la mayoría de las empresas en la región (80%) son Tier 3 y 4. Esto significa que su actividad está orientada a la fabricación de partes y componentes para otras empresas que producen sistemas y subsistemas (Gomis y Carrillo, 2016). Asimismo, esto sugiere que las empresas locales son proveedores de empresas situadas fuera del país y no las multinacionales establecidas en Baja California; esta idea tiene sentido porque 90% de la producción de las empresas analizadas va al extranjero y solo 10% se queda en el mercado interno.

Los Estados Unidos es el país que recibe la mayoría de la exportación, lo que representa una gran oportunidad para las empresas no solo por su proximidad geográfica sino también porque es el país con mayores ingresos y un líder mundial en esta industria. Solo una empresa tiene clientes en Europa, Asia y el Oriente Medio. Aunque es uno de los estados más dinámicos en términos de inversión en el sector, se observa que la vinculación con las empresas extranjeras es muy baja a nivel de las empresas locales, porque, como Gomis y Carrillo proponen, hay poca o ninguna obligación por parte de las empresas multinacionales (EMN) de establecer contratos con compañías mexicanas. Esto se agrava por el hecho de que las EMN no parecen tener un interés especial en vincularse con las empresas locales (Gomis y Carrillo, 2016).

La tercera pregunta de este trabajo es ¿qué actividades llevan a cabo las empresas de Baja California y cuáles son las posibilidades de seguir diversificándolas? Los productos

fabricados por las empresas de Baja California en México son módulos de radio frecuencia, piezas de soporte eléctrico, piezas aislantes y rotores, estatores y armaduras. Esto coincide con la vocación productiva de la región que históricamente ha sido la electrónica y la industria de maquinados, con procesos tales como: el maquinado de precisión, sistemas eléctricos, y los procesos de conformación de placas de metal. Incluso las empresas multinacionales fabrican equipamientos eléctricos y electrónicos para aeronaves y partes de motor, lo que demuestra que están tomando ventaja de las capacidades de la región en relación al capital humano y a los recursos.

De las cuatro compañías mexicanas, tres manejan un solo producto para la aeronáutica y una de ellas se encarga de más de veinte. Esto refleja que solo una compañía tiene un buen nivel de integración en el sector, ya que cuantos más productos fabrique una empresa, mayor experiencia y mayores oportunidades de seguir diversificando demuestra, lo que permite su permanencia en el sector si el cliente que busca ese producto único suspende su demanda.

Como se ha mencionado, los productos que crean son básicamente de manufactura, solo una proporción relativamente baja lleva a cabo actividades con mayor valor agregado, con 17.3% en ingeniería y diseño y 10.7% en MRO, lo que contribuye a la idea de que la inversión en este sector procura explotar la experiencia de la región en la manufactura (Gomis y Carrillo, 2016). Los entrevistados también manifestaron que las actividades que realizan son maquila, y que lo que diferencia su labor de otros sectores son la calidad y las certificaciones extremadamente estrictas requeridas para la producción. Además, expresan que a veces las piezas no son tan complejas como lo es la gestión, atender las particularidades del sector y la inversión para ganar un contrato.

Si bien pareciera que realizan actividades de bajo valor agregado, no se puede hablar de actividades simples en este sector, porque incluso las actividades de fabricación o de montaje deben cumplir con las certificaciones exigidas por el cliente y el sector, que según lo expresado por algunos empresarios, exige altos volúmenes de inversión y una alta dependencia de la innovación y de la I+D.

## Discusión

El sector aeronáutico es estratégico por su gran contenido tecnológico y por su enorme prestigio a nivel internacional. Esto implica que todas las actividades requieren certificación AS9100, independientemente de su complejidad y su lugar dentro del proceso productivo. Cumplir con los requisitos de la certificación es la condición mínima necesaria para que las empresas puedan responder adecuadamente a las necesidades de la industria aeronáutica en términos de productividad, calidad y seguridad.

La adquisición de certificaciones generalmente viene de la mano de la experiencia productiva de las empresas, el aprendizaje acumulado, la diversificación de sus productos y procesos, y la habilidad para conectar con nuevos clientes; en particular, la capacidad tecnológica y productiva es un factor importante a la hora de posicionarse y aumentar las oportunidades de inserción y posterior actualización.

La inserción de las empresas mexicanas en la cadena de valor del sector aeronáutico se ha visto condicionada por varios factores y pocas se han integrado con éxito (Hernández, 2015). En este sentido, la certificación básica es solo el primer paso para que las empresas puedan formar parte de la industria; pero el verdadero reto es encontrar nichos de

oportunidad y capacidad de negociación para lograr un contrato productivo con el cliente, lo que demanda habilidades empresariales, jurídicas y económicas. En otras palabras, demostrar la capacidad productiva no es suficiente, las PYMES necesitan entender la dinámica del sector, los ciclos de producción, apoyar las grandes inversiones e incluso adoptar valores como la limpieza, la confianza y la seguridad. En este sentido, las barreras de entrada al sector son considerables. Carrincazeaux y Fringant (2007) mencionan que una estricta confidencialidad, un alto nivel de integración vertical y una jerarquía muy fuerte en la cadena de producción han caracterizado históricamente a la industria aeroespacial. Alrededor de los grandes productores existen varios cientos de pequeñas empresas que operan en un proceso de fuerte control mediante especificaciones rígidas, de modo que una vez que un proveedor es parte de la cadena es muy difícil salir, porque no es fácil encontrar proveedores que cumplan con los requisitos que se exigen.

No obstante, algunas PYMES pudieron entrar en el sector aeroespacial de Baja California gracias al acceso a determinados apoyos (financiación, asistencia técnica para la certificación, vinculación con clientes potenciales a través de ferias y foros de negocios). Aunque el número de empresas vinculadas es muy bajo, los resultados pueden ser clasificados como positivos y con potencial, teniendo en cuenta las altas exigencias del sector anteriormente mencionado.

La industria aeroespacial de Baja California tiene diversos procesos de producción que son una fuente de oportunidades para las empresas locales. Por ejemplo, esta incluye: componentes de maquinaria, arneses y cables, componentes para sistemas de aterrizaje, inyección de plástico, dispersores de calor, equipos de precisión, reparación de superficies de sustentación, sistemas de audio y vídeo, componentes electrónicos y de interiores (Producen, 2006). Recientemente se identificaron tres actividades centrales en los clústeres de Tijuana y Mexicali: arneses y accesorios de cables eléctricos; hélices, rotores y piezas de motor y componentes; y componentes eléctricos y auxiliares aerotransportados (Gomis y Carrillo, 2016). Más de 80% de las plantas aeroespaciales en Baja California son Tier 3 y Tier 4, y varios son proveedores de insumos básicos y servicios de procesamiento (Gomis y Carrillo, 2016). En otras palabras, dado el nivel dentro de la cadena de valor del sector aeroespacial donde están ubicadas las empresas en el estado de Baja California, es posible integrar un mayor número de proveedores y eventualmente escalar a mejores posiciones.

Las empresas estudiadas se han relacionado con empresas OEM y compañías ubicadas en los Tier 1, 2 y 3. Las mismas no necesariamente integran su producción y procesos a las plantas ubicadas en Baja California, pero en algunos casos pueden exportar directamente a empresas en los Estados Unidos. Además, nos encontramos con que las PYMES pueden ser proveedoras de clientes en diferentes niveles; puesto que hay, por ejemplo, piezas que requieren una empresa OEM para el proceso de ensamblaje del avión y una Tier 1 para el proceso de producción del ala. La certificación garantiza que puedan brindar servicios en varios niveles de la cadena de valor.

A pesar de estar integradas en la cadena de valor, el crecimiento sostenido de dichas empresas locales está determinado por la actualización, es decir, el progreso en los eslabones de la cadena de valor a través de actividades más complejas, con mayor valor agregado y que son parte de un entorno de negocio más sólido. Este proceso de actualización va de la mano de la absorción de conocimiento y del acceso a nuevas demandas. Sin embargo, como es bien sabido, la actualización no es automática y depende mucho de las nuevas inversiones en certificaciones especializadas (el uso de nuevos materiales o procesos implica nuevas certificaciones que garantizan que el proveedor los

conoce y maneja adecuadamente). Además, si bien el retorno de la inversión es mayor a medida que la actividad se complejiza, este se logra a largo plazo. Por lo tanto, la falta de recursos financieros y oportunidades para acceder a créditos y otras modalidades de financiamiento representa la limitación más importante a la hora de actualizarse. Por lo tanto, algunas empresas entrevistadas manifestaron que preferían no diversificar sus actividades debido a todas las implicaciones aparejadas (modernizar la planta, comprar maquinaria, certificaciones, etc.). En otras palabras, decidieron no actualizar.

Nuestro estudio muestra que no todos los obstáculos a los que se enfrentan las pymes en el sector aeroespacial se relacionan con la producción (la calidad de los productos, la capacidad de satisfacer los requisitos del cliente, etc.), sino que en muchos casos están más relacionados con la complejidad de gestión del sector (certificaciones, recursos económicos, la inversión en capital físico o capacidad de negociación con clientes).

El desarrollo del sector aeronáutico no es homogéneo en las regiones mexicanas. Las trayectorias productivas, los recursos destinados y el contexto político marcan las diferencias. En este sentido, las regiones tienen un carácter político, ya que los gobiernos estatales son sin duda los principales agentes de promoción y desarrollo de la industria. Desde esta perspectiva, los cambios de administración, independientemente del partido político que gobierna, pueden ser relevantes para entender la continuidad, progreso e incluso el deterioro del sector. Aunque el papel de las agencias federales tales como el Conacyt, la Secretaría de Economía, o ProMéxico es proactivo y pertinente, a veces no existe garantía de continuidad en los programas enfocados en el apoyo a las empresas por las razones mencionadas anteriormente.

En el caso de la industria aeronáutica en Baja California, la región tiene un impacto sobre el nivel de inserción. Las empresas de este estado, y las del norte de México, son las mejor posicionadas y han recibido la mayoría de los beneficios de los programas y las políticas públicas (Nuevo León, Baja California y Chihuahua), con la excepción del caso de la ciudad de Querétaro. Aunque los programas han permitido que las PYMES entren en la cadena de valor aeroespacial (bajo esquemas de emparejamiento con clientes), el impacto en el desarrollo de las capacidades endógenas o el cierre de brechas productivas y tecnológicas ha sido muy lento, y la articulación de los centros de investigación públicos (federales) con las empresas mexicanas es todavía muy limitada.

Si tomamos en cuenta que las decisiones estratégicas que las empresas multinacionales para trasladar sus actividades productivas, de investigación y diseño o postventa dependen no solo de las ventajas comparativas, sino cada vez más de las políticas y programas federales y principalmente estatales, los retos que enfrentan las pymes a la hora de escalar en el sector aeronáutico en relación con las políticas públicas son evidentes.

El hecho de que las pymes mexicanas en Baja California lleven a cabo actividades de bajo valor agregado y de incipiente capacidad tecnológica sugiere que hay un largo camino por recorrer en términos de políticas públicas que apoyen no solo el proceso de certificación, sino también la creación de las condiciones de crédito y financiación a largo plazo. Dada la importancia de los obstáculos financieros y el bajo nivel de las empresas en la cadena de valor, se requiere la creación de nuevos mecanismos de política pública para aprovechar la experiencia acumulada en la región de Baja California que intenta mantenerse actualizada.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) ha planteado la importancia de identificar fortalezas locales para alinear las acciones políticas y aumentar la masa crítica necesaria para desarrollar una visión y aplicar una estrategia para las regiones. En México, son necesarios programas integrales para apoyar a las empresas

con capacidad potencial de integrarse en este sector. También es necesario generar más información acerca de las empresas, de modo que puedan acceder a mecanismos que les permitan insertarse en el mercado. Sin embargo, por encima de todo, es necesario orientar las políticas hacia las empresas ya integradas para que puedan mantenerse actualizadas. En resumen, se recomienda aumentar el financiamiento de programas centrados en las pymes estén o no integradas. Además se sugiere crear programas de apoyo de acuerdo con su tamaño, ya que las pymes, abarcan empresas de muy distintos niveles de empleo, ventas y habilidades. También es importante desarrollar interfaces que apunten a establecer relaciones más dinámicas entre las empresas y el medio ambiente, a través de enlaces con las principales organizaciones públicas y privadas, organizaciones intermediarias, centros de investigación y universidades. La trayectoria y la amplia experiencia de las pymes mexicanas en el suministro de sub-sistemas y piezas en el sector aeronáutico en diferentes regiones del país no solo ofrece un mercado potencial en el área de reparación y mantenimiento, sino también para otros sectores dinámicos (metalmecánica, automotriz, textil, electrónica). Se debería seguir estudiando esta característica de algunas pymes (potencial de diversificación sectorial) y así promover políticas públicas adecuadas.

## Conclusión

El sector aeronáutico en México ha cobrado gran importancia debido a la constante instalación de empresas a lo largo de varias décadas. Aunque estas empresas comenzaron con procesos sencillos de ensamble y manufactura que apuntan a exportar hacia los Estados Unidos, hoy en día cuentan con una estructura más compleja, caracterizada por incluir diferentes actividades dentro de la cadena de valor (ensamble, manufactura, diseño, mantenimiento, investigación y desarrollo [MRO]). Esta complejidad se ha asociado con el desarrollo de múltiples capacidades tecnológicas, organizacionales y humanas en las empresas, como en el entorno institucional, principalmente el educativo. Uno de los principales factores asociados con el desarrollo de estas capacidades, son las certificaciones que las empresas OEM exigen a todos sus proveedores en sus diferentes niveles. Las empresas mexicanas, que en su totalidad tienen una reducida tasa de empleo, se ven afectadas por estas prácticas. Al igual que el resto de las empresas multinacionales, su personal y todos sus procesos han de obtener una certificación. Esta característica del sector aeronáutico es fundamental para comprender no solo los desafíos que las pymes (y todas las empresas asociadas) tienen que enfrentar en la industria, sino también las capacidades que han desarrollado.

A pesar de que la industria está en una etapa de gran dinamismo y recibe un decidido apoyo por parte de los gobiernos federal y estatal, el nivel dentro de la cadena de valor global ocupa aún lugares bajos. Con pocas excepciones entre las empresas OEM (como Bombardier, Cesna y otras) y en las empresas Tier 1 (como Honeywell), la mayoría de las empresas en México están ubicadas en los niveles 2 y 3 de la cadena.

Nuestro estudio muestra que el sector aeronáutico en Baja California consiste principalmente en empresas extranjeras clasificadas en los niveles más bajos de la cadena. Muy pocas empresas mexicanas son proveedoras. Sin embargo, a pesar de las grandes limitaciones que estas PYMES aeronáuticas enfrentan, logran proveer los componentes a empresas OEM y a compañías Tier 1 y Tier 2. El desarrollo de capacidades y de certificaciones que han logrado permite plantear la idea de que las compañías mexicanas están solo

en el nivel más bajo de la cadena de valor. Lamentablemente, hay muy pocas empresas nacionales en este sector, pero si continúa la tendencia de crecimiento, veremos una mayor integración en el futuro cercano, y eventualmente un mayor impacto económico así como transferencia tecnológica en las regiones donde estas empresas están ubicadas.

## Referencias

- AeroStrategy. (2009). *Implications for Canada's Aerospace Industry a Discussion Paper*. Canadá.
- Amighini, A., Rabbottini, R., Pavia, U. y Scalera, V. (2013). *Technology-Driven FDI: A Survey of the Literature* (Papers in Innovation Studies 2013/17). Lund University, Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy, Suecia.
- Casalet, M. (2013). Actores y redes públicas y privadas en el desarrollo del sector aeroespacial internacional y nacional: el clúster de Querétaro, una oportunidad regional. En M. Casalet (Ed.), *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional* (pp. 93-134). México: Flacso.
- Carrincazeaux, C. y Frigant, V. (2007). The Internationalization of the French Aerospace Industry: To What Extent Were the 1990s a Break With the Past? *Competition and Change*, 11(3), 261-285.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). (2014). *Agenda de Innovación de Baja California*. México: Autor.
- Eliasson, G. (2010). *Advanced Public Procurement as Industrial Policy. The Aircraft Industry as a Technical University*. Nueva York, Estados Unidos de América: Springer Science, Business Media.
- Elola, A., Valdaliso, J. M. y López, S. (2013). The Competitive Position of the Basque Aeroespacial Cluster in Global Value Chains: A Historical Analysis. *European Planning Studies*, 21(7), 1029-1045. doi:10.1080/09654313.2013.733851
- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial. (2012). *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*. México: Secretaría de Economía.
- Gomis, R. y Carrillo, J. (2016). The Role of Multinational Enterprises in the Aerospace Industry Cluster in Mexico: The Case of Baja California. *Competition & Change*, 20(5), 337-352.
- Hernández, J. (2010). *Mecanismos de aprendizaje en la transferencia de conocimientos del modelo 400 y global express: el caso de Bombardier Aerospace, Querétaro* (Tesis). México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Hernández, J. (2015). *Las empresas mexicanas en la cadena de valor de la industria aeronáutica* (Tesis doctoral). México: Flacso.
- Hualde, A. y Carrillo, J. (2007). *La industria aeroespacial en Baja California: Características productivas y competencias laborales y profesionales*. México: El Colegio de la Frontera Norte.
- Jordaan, J. A. (2012). Agglomeration and the Location Choice of Foreign Direct Investment: New Evidence From Manufacturing FDI in Mexico. *Estudios Económicos*, 27(I), 61-97.
- López, S. M., Elola, A., Valdaliso, M. M. y Aranguren, M. J. (2012). *El clúster de la industria aeronáutica y espacial del País Vasco: Orígenes, evolución y trayectoria competitiva*. España: Euko Ikaskunta, Instituto Vasco de Competitividad, Fundación Deusto.

- Mani, S. (2010). *The Flight From Defence to Civilian Space: Evolution of the Sectoral System of Innovation of India's Aerospace Industry*. ERIA Supporting Study Project, India.
- Morissette, L., Barré, P., Lévesque, C. y Solar-Pelletier, L. (2013). El desarrollo de ventajas competitivas institucionales: el caso de la industria aeroespacial en Montreal. En *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional* (pp. 21-48). México: Flacso.
- Niosi, J. y Zhegu, M. (2005). Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers? *Industry & Innovation*, 12(1), 5-29.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2011). *Attractiveness for Innovation: Location Factors for International Development. New Directions for Youth Development* (Vol. 2013). París, Francia: Autor. doi:10.1002/yd.20075
- Office of Aerospace and Automotive Industries International Trade Administration. (Marzo, 2007). *Analysis of the U.S. Aerospace Industry*. Estados Unidos de América: Autor.
- Producen. (2006). *México y la industria aeronáutica global. Una publicación para entender, obtener información y generar estrategia*. México: Producen-Centro de Inteligencia Estratégica.
- Secretaría de Economía. (2012). *Industria aeronáutica en México*. México: Autor.
- Trade, C. F. (2014). *Licencia IITAR*. México: Autor.

#### Juana Hernández Chavarria

Mexicana. Doctorado en Investigación en Ciencias Sociales por Flacso-México. Licenciada en Administración y Magister en Economía y Gestión de la Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Estudia un posdoctorado en la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México y es miembro de la red temática convergencia (Thematic Network Convergence) patrocinado por el Conacyt. Candidata en el Sistema Nacional de Investigadores. Líneas de investigación: capacidades tecnológicas y organizativas, innovación tecnológica y las nuevas modalidades productivas en sectores emergentes.

#### Jorge Carrillo

Mexicano. Ha sido profesor-investigador en El Colegio de la Frontera Norte desde su fundación en 1982. Tiene un doctorado en Sociología por El Colegio de México. Se ubica en la máxima categoría en el SNI y es miembro de comités de redacción de importantes revistas en México y en el extranjero. Participa activamente en los consejos de administración de redes internacionales de investigación. En 2015 recibió el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología de Baja California. Entre sus publicaciones recientes: Carrillo, J. H y Micheli, J. (2017). Huawei y Foxconn: casos pioneros de la nueva internacionalización y expansión regional de China en México. *Estudios Sociales, Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 27(50).