



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

**LA INDUSTRIA AERONÁUTICA COMO SECTOR
ESTRATÉGICO PARA EL CRECIMIENTO
ECONÓMICO EN MÉXICO**

Tesina

Que para obtener el título de:

Licenciada en Relaciones Internacionales

P R E S E N T A :

Mariana Orozco Martínez



**DIRECTOR DE TESINA:
Dr. José Ignacio Martínez Cortés**

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

Capítulo 1

1. Desarrollo y evolución de la industria aeronáutica	1
1.1 Estructura de la industria aeronáutica y el binomio I+D	1
1.2 Desarrollo tecnológico en la industria aeronáutica civil (IAC)	12
1.2.1 Cadenas globales y espacios locales de la industria	20
1.2.2 Centros de producción y deslocalización de la industria	23
1.2.3 Reorganización de la industria y regiones emergentes	25
1.3 Limitaciones al crecimiento de la industria aeronáutica	26

Capítulo 2

2. Empresas de la industria aeronáutica en México	29
2.1 Clústeres de la industria aeronáutica en México	29
2.2 Participación de las empresas dentro de la industria aeronáutica en México	35
2.2.1 Bombardier Querétaro (BMQ)	38
2.2.2 Safrán- México	41
2.3 El papel de las ETN con relación a las Pymes	45
2.4 ¿Existe una industria aeronáutica nacional?	48

Capítulo 3

3. Convergencia de intereses endógenos y exógenos en la industria aeronáutica civil	52
3.1 Internacionalización de la industria aeronáutica en México	52
3.2 El papel de la IED en la Industria Aeronáutica en México	56
3.3 Estrategia basada en cuatro pilares transversales	59
3.3.1 Formación de capital humano	63
3.3.2 Especialización por servicios y productos de la cadena global de valor	69
3.3.3 Cumplimiento de estándares de calidad	75
3.3.4 Fortalecimiento de capacidades organizacionales y tecnológicas, para enfatizar una estrategia homogénea	78
Conclusiones	84
Fuentes de consulta	88

Introducción

La industria aeronáutica (IA) en México se considera como estratégica por las posibilidades que ofrece a las empresas proveedoras nacionales de insertarse en su cadena de proveeduría, reconocida a nivel internacional por trabajar con elevados estándares de calidad. Esta industria se caracteriza por desarrollar procesos productivos de alto valor agregado, mismos que tienden a generar “*spillovers*” (derramas de conocimiento) a través de vínculos con la economía local, lo que impacta directamente en el desarrollo de habilidades de las pequeñas, medianas y grandes empresas nacionales, para hacer mejores productos, de manera más eficiente y desarrollar actividades más especializadas.

De forma específica, la transferencia de conocimiento que se efectúa con la finalidad de fomentar el desarrollo de procesos especializados; se dinamiza a través de la instrumentación de diversas acciones de política pública, tales como creación de centros de investigación públicos, ávidos de vincularse con empresas nacionales e internacionales; apoyo a empresas locales en certificación de procesos, financiamiento y adquisición de capacidades productivas que respondan a las necesidades que demanda la industria, así como políticas de aglomeración industrial que incentiven la complejidad económica y potencialicen los sectores productivos, tornándose un sector más competitivo.

Estas acciones en última instancia, pueden generar una base empresarial local, capaz de satisfacer la demanda del sector y permitir que las economías receptoras, particularmente las emergentes, puedan beneficiarse de la Inversión Extranjera Directa en el largo plazo; para llegar a ese punto es clave fortalecer el tejido productivo local, con la finalidad de absorber o asimilar la derrama de conocimiento generada por el establecimiento en territorio nacional de Empresas Transnacionales (ETN) u *Original Equipment Manufacturer* OEMs, líderes en sectores de alta tecnología de la industria aeronáutica. Esta transferencia de conocimiento aprovechado de manera adecuada, facilitaría el proceso de escalamiento económico, pasando de la etapa emergente de manufactura simple, para acceder a una etapa consolidada con participación en procesos de I+D.

La hipótesis se sustenta en que la localización en territorio nacional de OEM puede generar beneficios a largo plazo para la economía, siempre y cuando localmente se cuente con capacidades e infraestructura suficientes para absorber, adaptar y mejorar las derramas de conocimiento generales. La estrategia entonces se materializa a través de dejar en segundo plano las actividades intensivas en mano de obra barata (manufactura; “MRO” mantenimiento, reparación y revisión; para consolidar las capacidades de investigación y desarrollo (I+D) al realizar inversiones dirigidas a la dotación de equipo de última tecnología a los principales centros de

investigación; creación de oficinas de apoyo; colegios y universidades; celebrar alianzas en I+D con organizaciones extranjeras; establecer una política de compensaciones industriales; proveer al sector de subsidios y financiamiento público con bajas tasas de interés y colocar espacialmente a los sectores productivos relacionados en clústeres aeroespaciales. La industria aeronáutica, se caracteriza no solo por su dinamismo y hermetismo tecnológico, sino además por su compleja cadena de proveeduría y gestión a través de los diferentes niveles “tiers” que la componen, organizados de forma jerárquica. Dichas acciones permitirán que un país como México logre superar las barreras propias de la industria y aprovechar las externalidades generadas.

Como primer objetivo se plantea comprobar si la estructura de la Cadena Global de Valor de la industria aeronáutica, la cual está estructurada verticalmente, condiciona un apalancamiento económico y nulifica la posibilidad de un escalamiento económico en el sector. El segundo objetivo de esta investigación es comprobar la viabilidad de que la industria aeronáutica se sustente como un sector estratégico para el crecimiento económico en México confrontando los intereses endógenos y exógenos. Y el tercer y último objetivo de esta investigación, es proponer una estrategia basada en cuatro pilares transversales que permitan fortalecer las ventajas competitivas de México en esta industria y maximizar las posibilidades de despuntar en uno de los sectores con mayor especialización tecnológica.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, esta investigación se divide en tres capítulos. En el **primer capítulo** se expone la importancia macroeconómica de la industria aeronáutica a nivel global y su desarrollo tecnológico al pasar de los años; se analiza el binomio investigación y desarrollo como un detonante del robustecimiento de la industria y finalmente se analiza la reestructuración de la cadena global de valor mediante la implementación de la deslocalización de los procesos de diseño, manufactura y ensamblaje en un contexto de globalización.

Posteriormente, en el **segundo capítulo** al contraponerse la reorganización de la industria aeronáutica civil se estudia el caso del comportamiento de la industria aeronáutica en México tras la llegada de OEM a territorio nacional y se mantiene presente la idea de un mayor valor agregado en procesos y productos ofertados por los proveedores nacionales aprovechando la absorción de conocimiento y explotación de las habilidades productivas a través de la localización de los agrupamientos, se analiza el comportamiento de las ETN con relación a las pymes para llegar al cuestionamiento de la existencia de una industria aeronáutica nacional.

Y finalmente, en el último **tercer capítulo** se presenta una propuesta basada en cuatro pilares transversales (formación de capital humano, especialización por servicios y productos de la cadena global de valor, el cumplimiento de normas de

calidad y el fortalecimiento de capacidades organizacionales y tecnológicas), estrategias que deben ser reforzadas conjuntamente para llegar al escalamiento económico que se describe en la investigación, sobreponiendo los intereses endógenos.

Particularmente esta investigación sobre la industria aeronáutica, está vinculada a la disciplina de RR. II, puesto que, en ésta, se ven inmersos diversos actores de la comunidad internacional: desde Estados, los cuales pueden implementar políticas gubernamentales que faciliten el comercio entre éstos, planteen subvención de impuestos o alguna otra decisión para dinamizar una relación económica. Las empresas trasnacionales también juegan un rol trascendental puesto que son éstas, por medio de la Inversión Extranjera Directa, las que incentivan al gobierno nacional a modificar su estrategia económica y dar prioridad a ciertos sectores en los cuales hay mayor inversión, debido a que las Empresas Trasnacionales generan gran cantidad de empleos para la población del país, así como, por el interés geoestratégico que representa la deslocalización de la producción, para abaratar costos como empresa inversionista. Así mismo, los organismos internacionales son de suma importancia, puesto que representan a la industria aeronáutica y sus normas, lo cual es fundamental, debido a que son éstas las que dirigen y regulan el comportamiento óptimo de la industria con base en lineamientos de calidad internacional.

1. Desarrollo y evolución de la industria aeronáutica

En este capítulo se aborda el contexto global de la industria aeronáutica civil y el vínculo de su despunte económico exponencial en las últimas décadas, mediante el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), con el objetivo de hacer más eficientes los procesos productivos de diseño y manufactura.

El objetivo central del primer capítulo es proyectar el panorama homogéneo de la conformación y operación de la industria aeronáutica a nivel internacional y sobre todo profundizar en la deslocalización de ésta y la injerencia de países en vías de desarrollo, como punta de lanza de la reestructuración del modelo organizacional, frente a la premisa del abaratamiento de costos productivos. Con relación a la hipótesis central de este trabajo; se expone la organización de la Cadena Global de Valor y las actividades a desarrollar por las OEM y las TIER, lo que permite un primer acercamiento para entender que conseguir un escalamiento económico sólo es posible siendo poseedor del *know how*.

1.1 Estructura de la industria aeronáutica y el binomio I+D

En este apartado se habla sobre el desarrollo histórico de la industria aeronáutica civil y su estrecha relación con la aplicación de investigación y desarrollo (I&D) como generador de valor en sus procesos productivos. Así mismo, se aborda la percepción de desarrollo endógeno para países emergentes; sujeta a un contexto de globalización y exigencia de innovación tecnológica para adaptarse a un mundo en constante cambio. El objetivo central es analizar críticamente la organización piramidal de la CGV de la industria aeronáutica, en donde las actividades productivas están jerárquicamente descentralizadas.

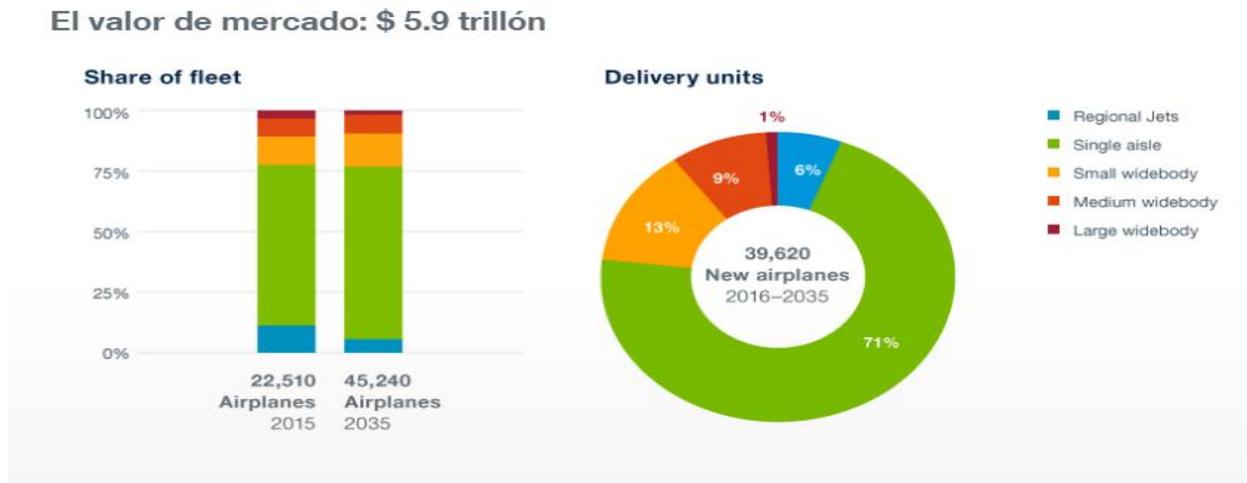
Fue a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando la industria aeronáutica creció aceleradamente debido al desarrollo de la tecnología, tanto del perfeccionamiento de la producción de las partes de avión como de la transnacionalización de los modelos organizacionales de las empresas, lo que les permitió expandir sus mercados a otras regiones del mundo y por ende homogeneizar la industria de producción de aeronaves y de paso fortalecer la industria de la aviación comercial.

Ésta se ha consolidado como un elemento vital del sistema económico mundial moderno. “Según IATA, en 2017 volaron 4,081 millones de pasajeros, más de la mitad de la población mundial, al tiempo que la aviación dio trabajo directo a 2.7 millones de personas y que se gastaron en transporte aéreo 861, 000 millones de dólares, equivalentes al 1% del PIB mundial. La expectativa del incremento en la flota a nivel global de 2015 a 2035 se manifiesta con una tasa de crecimiento de poco más del 100%, así como el tipo de aeronaves más demandado en el mercado,

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

según Boeing, en donde se puede apreciar que existe una mayor demanda de aviones de fuselaje estrecho, con más del 70% de la demanda. (véase figura 1)

Figura 1. Demanda a nivel global



Fuente: Boeing, *Long- Term Market*, [en línea] Dirección URL: <http://www.boeing.com/commercial/market/long-term-market/world-regions/#/latin-america>, [Consultado el 07 de septiembre de 2016]

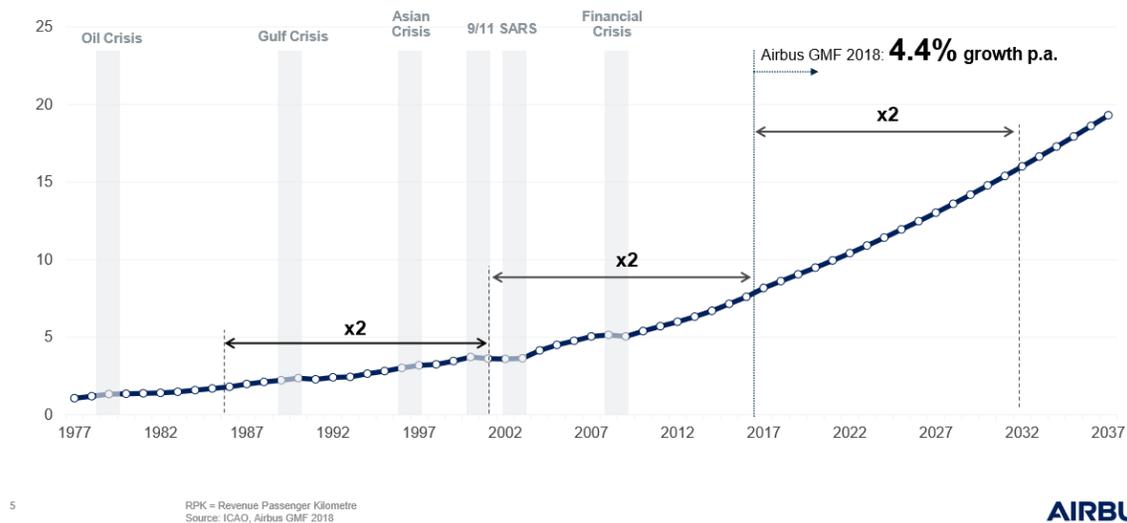
La industria aeronáutica es parte vital de la economía mundial, cada vez más globalizada, ya que ha facilitado el crecimiento del comercio internacional, del turismo y de la inversión focalizada, así como también, la conexión de las personas en todos los continentes. Su impacto en la economía mundial es considerable, de ella depende cerca del 3.4 % del PIB mundial de acuerdo a datos de la International Air Transport Association (IATA, por sus siglas en inglés). Esto sin incluir otros beneficios comerciales derivados de la aviación como la actividad económica y algunos empleos que son posibles gracias a la velocidad y conectividad del transporte aéreo. Ante el creciente mercado de este medio de transporte, la demanda de aviones ha detonado de igual forma, por lo que actualmente los fabricantes tienen listas de espera para sus clientes e incluso en ocasiones, puede tomar años satisfacer la demanda.

El crecimiento del tráfico aéreo se duplica cada 15 años, manteniéndose en tasas positivas, lo que se traduce en un crecimiento sostenido de la industria aeronáutica incluso frente a significativas crisis políticas y económicas. (véase figura 2)

Figura 2: Tráfico anual a nivel global

Traffic has proven to be resilient to external shocks and doubles every 15 years

World annual traffic (trillion RPKs)



Fuente: Airbus, Global Market Forecast [en línea] Dirección URL:

<https://www.airbus.com/aircraft/market/global-market-forecast.html>, [Consultado: el 25 de febrero de 2017]

El crecimiento pronosticado para la flota aérea en los siguientes años, generará un impulso a los servicios de MRO y “se estima que éste también se duplique, al pasar de un valor de mercado de 60 millones de dólares en 2016 a requerir más de 120 mil millones de dólares por año hacia 2036, lo que generaría un monto acumulado de 1.85 mil millones de dólares durante el mismo periodo”.¹ (véase figura 3) Cabe resaltar que las tres regiones con mayor crecimiento son la región de Asia Pacífico, con un crecimiento del 36%, seguido de Europa con el 20% y en tercer lugar Norte América con el 18%. Lo que dota a México de una mayor certidumbre de crecimiento en el sector.

Como respuesta a la dinámica de crecimiento de la industria aeronáutica, se necesitarán más de 550 mil nuevos ingenieros de mantenimiento, reparación y revisión (MRO) de aeronaves para los siguientes 20 años, ante el crecimiento del sector aéreo que se gestará en dicho periodo. Lo anterior, haría que el valor de mercado de servicios MRO a nivel mundial se duplique. De acuerdo a datos de Airbus, “[...] la industria global de MRO tendrá un valor aproximado de 120 mil millones de dólares en 2036, debido a que el tráfico aéreo a nivel mundial crecerá a una tasa anual promedio de 4.4%”². Para que las aerolíneas a nivel mundial

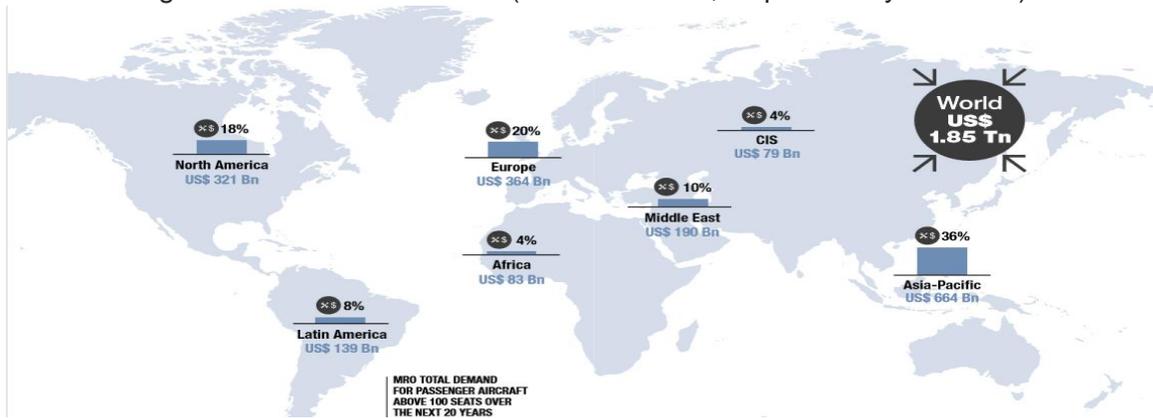
¹ S/a, Global Market Forecast. [en línea], Airbus, Dirección URL: <https://www.airbus.com/aircraft/market/global-market-forecast.html>, [Consultado el 26 de septiembre de 2018]

² A21, Mercado de MRO duplicará sus valores en 2036: Airbus, [en línea] Dirección URL: <https://a21.com.mx/aeronautica/2017/06/14/mercado-de-mro-duplicara-su-valor-en-2036-airbus>, [consultado el 13 de diciembre de 2017]

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

puedan satisfacer la demanda de pasajeros en los próximos 20 años, se necesitarán más de 34 mil 170 aeronaves de transporte comercial y 730 aviones de carga, respecto a lo que el crecimiento de la industria aeronáutica se refiere.

Figura 3: Demanda de MRO (Mantenimiento, Reparación y Revisión)



Fuente: Airbus, Global Market Forecast [en línea] Dirección URL: https://airbus-dev63.adobecqms.net/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/Airbus_Global_Market_Forecast_2017-2036_Growing_Horizons_full_book.pdf , [Consultado el 05 de marzo de 2016]

Haciendo un parteaguas conceptual, el uso del término aeronáutica en lugar de aeroespacial en esta investigación, independientemente de que los informes nacionales se inclinen por el uso del término “industria aeroespacial” de forma continua, se tomó esta elección debido a que la definición de la aeronáutica responde de mejor manera a las necesidades del desarrollo de este proyecto de investigación, en virtud de lo anteriormente descrito.

“[...] En ambas industrias, el núcleo tecnológico está centrando en la aerodinámica, la propulsión, la electrónica, la navegación y los materiales. Asimismo, las dos industrias se ubican en pocos conglomerados (clústeres) regionales, que atraen la participación de múltiples agentes integrados por el control de las *original equipment manufacturer* (OEM). La estructura industrial en ambos sectores adquiere una configuración de hub and spokes (ruedas y rayos) con grandes empresas integradoras en el centro. Las variaciones entre la aviación y la industria espacial se presentan en relación con las series producidas de un solo producto, que son más grandes en la aviación que en la industria espacial [...] La comercialización de los productos es más rápida en la aviación que en la industria espacial. En la organización de la industria espacial el peso de la decisión gubernamental y militar continúa determinando al sector. En tanto que la aviación se inicia como un sector privado con una clara identificación con las necesidades de los

clientes, y marcado con una visión comercial centrada en el éxito para reducir costos [...] Una diferencia significativa entre ambos sectores es la estructura de las redes de conocimiento prevaleciente en cada uno”.³

En este sentido, se puede definir que la industria espacial está más ligada a conocimientos basados en la ciencia; por otro lado, la aeronáutica, se orienta más hacia conocimientos basados en ingeniería y nuevos materiales, por la necesidad de la producción tecnológica y la reducción de costos, en la que la innovación surge por la aplicación y recombinación del conocimiento existente con miras a querer resolver problemas.

Retomando la esencia del impulso de la industria aeronáutica, podemos atribuirlo a una constante capacitación tecnológica desarrollada por las empresas.

“[...] las capacidades de inversión, producción y vinculación; son las habilidades necesarias para identificar, preparar y obtener tecnología para diseñar, construir, equipar y, de esta forma, emprender una expansión. Las capacidades de producción son aquellas habilidades básicas que van del control de calidad, operación y mantenimiento a aquellas más avanzadas como adaptación, mejoramiento o bien, aquellas habilidades más demandantes como la investigación, el diseño o la innovación. Las capacidades de vinculación son aquellas habilidades que permiten transferir información tecnológica o recibirla de diversos medios como proveedores, subcontratistas, centros de investigación, universidades, entre otros”.⁴

De este modo, se utilizará el concepto de industria aeronáutica debido a que se ajusta a los intereses particulares de esta investigación, puesto que es más viable el desarrollo de una industria de procesos de producción cortos y menos especializada que la aeroespacial.

La industria aeronáutica comprende las actividades relacionadas con la construcción de aeronaves y su posterior mantenimiento, así como toda la industria auxiliar dedicada a la provisión de partes, *software* operacional, simuladores, etc. El segmento orientado a la provisión de grandes aeronaves para las aerolíneas está dividido entre la estadounidense Boeing y la europea Airbus. Otros competidores como la canadiense Bombardier o la brasileña Embraer participan en la fabricación de aviones de menor porte y de aeronaves de combate.

³ Mónica Casalet, *et al.*, “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, México, Flacso México, 2013, primera edición, pp. 9-11

⁴ *Ibidem.*

“La fabricación de aviones es una industria vital que influye mucho en la economía de una nación.”⁵ La industria recibe atención significativa por parte de los responsables políticos y especialistas en la industria, debido a que existe un gran vínculo entre la producción y el incentivo financiero otorgado por el gobierno para así poder disminuir los costos productivos de las empresas y al mismo tiempo crear empleos, lo que significa un beneficio parafiscal para el gobierno. Hoy en día, la industria de la aviación comercial es liderada por sólo dos empresas que anteriormente hemos citado, principalmente debido a la gran dificultad de introducirse en esta industria tan especializada, así como la existencia de un apalancamiento financiero y operativo de la misma, es decir, es muy costoso fomentar una inversión focalizada en tal o cual sector de la industria.

Respecto a los otros dos competidores mencionados, en el caso de la canadiense Bombardier y la brasileña Embraer, denominadas Regional Jet Markets. Partiendo del caso de Brasil con la *Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A* (Embraer) establecida por el gobierno en 1969 y la cual tuvo una estructura de capital mixto y fue controlada por el gobierno, sin embargo, actualmente se ha privatizado. Embraer logró ocupar la tercera posición de los tres fabricantes de aviones comerciales de Jets regionales en 2011. Mientras que, Bombardier es una empresa canadiense, con sede en Montreal, Quebec, la cual se especializa en el ramo de la producción de material para ferrocarril, considerada como líder mundial en la fabricación de aviones regionales y otros servicios comerciales. Actualmente Bombardier está posicionada como el cuarto mayor fabricante aeronáutico del mundo.

Los principales centros de desarrollo aeronáutico son Estados Unidos, Europa y Canadá. En Europa los principales países son: Francia, Alemania y Reino Unido. Mientras que en los países emergentes como China, India, Corea, Brasil y Rusia adquieren cada vez mayor fuerza en el mercado debido a que se han sabido adaptar a la demanda de la cadena productiva. En la evolución de la industria aeronáutica a nivel internacional, destacan diferentes procesos de desarrollo tecnológico:

1. En los años cincuenta, en el marco de la supremacía de Estados Unidos, la tecnología estaba dominada por los motores de pistón, en la producción no existía colaboración entre las empresas, y el avión lo producía una sola compañía.
2. En los sesenta, con la introducción de los motores a reacción, apareció la colaboración intraempresa “[...] Rolls-Royce (RR) fue la primera que inició acuerdos de producción con compañías europeas”⁶.

⁵ Casalet Mónica, “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, Editorial Flacso, México, 2013, p. 96

⁶ *Ibíd.*

3. En los setenta, iniciaron los programas europeos y la creación de consorcios. “En esta etapa, Europa alcanzó a Estados Unidos y surgió Airbus que fue el resultado de la alianza entre Aerospatiale, DASA, BAE, y CASA. Desde sus inicios, la industria aeronáutica se caracterizó por la verticalidad de la cadena de producción, dominada por los OEM (*Original Equipment Manufacturer*), cuya selección de los proveedores estaba centrada en la habilidad técnica”⁷.
4. En los años ochenta, se manifiesta una creciente internacionalización del ciclo de la producción, por la necesidad de desarrollar nuevos motores con menor consumo de combustible y con capacidad de impulsar aeronaves de gran tamaño. Durante esta etapa, las relaciones con los proveedores adoptan una forma piramidal, con pocos proveedores en los primeros niveles de proceso de producción.
5. “En la década de los noventa, la profunda crisis de la industria y la caída de la demanda provocaron una reducción del volumen de los negocios y una baja importante del empleo. Entonces, las tendencias a la formación de alianzas internacionales se consolidan como una forma de producción, lo que favoreció un incremento en los costos [...] A partir de 1995, el sector sale de la crisis, la recuperación inicia nuevos programas, y se manifiesta un renovado impulso en la investigación hacia nuevas tecnologías, materiales más ligeros y la búsqueda por la reducción de gastos de combustible. En Europa emergió el grupo EADS, y en Estados Unidos Boeing, aunque actualmente el mercado de la aviación civil se caracteriza por la rivalidad entre Boeing y Airbus. La emergencia de nuevos productores, que inicialmente eran proveedores de bajo costo con buen nivel técnico (China y Rusia), han impulsado un replanteamiento organizativo en la estructura internacional de proveedores y productores”⁸

Como es evidente, existe un proceso evolutivo de la industria aeronáutica el cual dio inicio en Estados Unidos a principios del siglo XX y que posteriormente se desarrollaría con fines militares. En este sentido, las modificaciones que se fueron haciendo a las aeronaves a lo largo del tiempo fueron con base en las necesidades militares y fue hasta la década de los 60 cuando se popularizó la aviación civil, la cual pudo mantenerse mediante conglomerados permitiendo que se fortaleciera dicha industria altamente especializada y caracterizada por largos procesos de producción.

Sin embargo, el mercado de la aviación civil fue golpeado en la década de los 90, el cual pudo llegar a su fin gracias a las alianzas internacionales con el objetivo de

⁷*Ibidem.*

⁸*Ibidem.*

emprender una nueva estrategia de investigación e innovación de motores y de materiales. El punto central del análisis de esta cita está enfocado en la capacidad de ciertos países de pasar de proveedores de bajo costo y con buen nivel a la creación de sus propias empresas ensambladoras, es decir, estos países abastecían tanto de piezas como de diversos bienes de composición de la aeronave y su especialización fue lo que les permitió tomar ventaja de esa relación vertical y volverse más competitivos frente a estas grandes industrias difíciles de penetrar.

Actualmente, a nivel internacional la industria aeronáutica se ve como un sector altamente viable, puesto que se considera en crecimiento constante el cual

“[...] se ha incrementado un 3% anual según datos obtenidos en 2016. Debido a la fortaleza del sector aeronáutico comercial y la creciente demanda de pasajeros por medio de la producción de aeronaves de bajo consumo [...] Se espera que el sector aeroespacial comercial para establecer nuevos registros para la sustitución acelerada de los aviones obsoletos con aviones eficientes en combustible de próxima generación, y la creciente demanda de viajes de pasajeros, especialmente en la región de Asia-Pacífico y Oriente Medio son la clave impulsora de esta tendencia.”⁹.

Es importante analizar todos los escenarios comerciales, debido a la importancia cada vez más presente de poder diversificar mercados y desarrollar habilidades que nos permitan especializarnos en el sector y abastecer a clientes con diferentes necesidades e intereses.

A nivel internacional, la innovación y la globalización son los elementos más importantes para el crecimiento económico los cuales detonan cada vez más una mayor producción de bienes y servicios, creación de empleos y fomentan el bienestar de la sociedad. A partir de la década de los 80 floreció la Revolución Tecnológica que se caracterizó por medio de la aplicación del conocimiento e información materializada en innovación. La tecnología expresa la capacidad de una sociedad para impulsarse en el dominio tecnológico, mediante las instituciones de la sociedad y del gobierno. Lo que se traduce en la importancia cada vez mayor de la innovación tecnológica y del conocimiento como factor preponderante como generador de valor.

“La ciencia y la tecnología aplicadas a determinados sectores de la economía de un país, dirigen el desarrollo regional y el nivel de competitividad, los cuales se ven desplazados según la dinámica del mercado, concentrando las actividades

⁹ Deloitte, “Perspectivas Globales de Aeroespacial y Defensa 2016 El crecimiento de la industria aeroespacial comercial”, [en línea] México, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/gt/es/pages/manufacturing/articles/global-a-and-d-outlook.html> , [consultado el 08 de abril de 2016]

con mayor complejidad de conocimiento en las ciudades o áreas metropolitanas a modo de una especie de incubadoras de innovación industrial. La importancia actual de la Investigación y Desarrollo (I&D) que surge a finales de la década de los sesenta, cuando se impulsan países con importantes beneficios comerciales. Como lo es el caso de las naciones asiáticas, su liderazgo en el desarrollo tecnológico y su gran inversión en I&D, lo cual ha conducido al desarrollo de sectores de alta innovación tecnológica dando como resultado mayores niveles de competitividad.”¹⁰

Para incentivar un desarrollo endógeno, la base se fundamenta en la educación de la población, el uso de la innovación de los bienes y productos elaborados y el desarrollo de nuevas tecnologías, lo que genera un crecimiento más rápido de la producción del que es atribuible a factores externos. Las políticas del desarrollo basado en el conocimiento, incentivan el crecimiento de capital humano, lo que privilegia el enfoque de un desarrollo endógeno. Por ende, los países en desarrollo están condicionados a desarrollar políticas encaminadas a una mayor inversión en el desarrollo de capital humano especializado, así como impulsar los sectores estratégicos si aspiran a obtener un desarrollo económico sostenido.

En este sentido, se debe poner en entre dicho la dependencia tecnológica de determinados países, con el propósito de frenar la escasez de desarrollo científico nacional, es decir, dejar de importar el *know-how*, lo cual impide que una región se desempeñe por sí misma. Ésta, se refiere a la concentración de conocimiento de la tecnología y el *know-how* tecnológico para el diseño, la creación y producción de maquinaria en los equipos desarrollados. La dependencia de los países con economías emergentes en relación con el conocimiento y el *know-how* concentrado en países con economías sólidas, se da en diferentes grados y niveles dependiendo del desarrollo económico existente entre países.

La dependencia tecnológica deriva de la escasez de desarrollo científico nacional lo cual impide desarrollar nuevas tecnologías aplicadas a la producción. Esta situación se presenta por falta de inversión en I&D tecnológico, escasa vinculación entre los sectores académicos y científicos, y a la falta de apoyo financiero. Es más barato importar que desarrollar tecnología, además de la falta de capital humano debido a la ausencia de una política educativa, así como por la fuga de cerebros. Es importante mencionar que los efectos de la dependencia se reflejan en la disminución de la inversión debido a la importación de bienes de capital e intermedios, necesarios para el desarrollo científico y tecnológico, lo que desencadena un déficit del comercio exterior, bajo ahorro y deuda pública y privada.

¹⁰ Mónica Casalet, et al., “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, México, Flacso, México, 2013, primera edición, p. 100

La pretensión actual de los países en vías de desarrollo, de lograr su independencia tecnológica y económica va ligada a su independencia política. De igual forma, el alto nivel de bienestar se debe en gran medida al progreso tecnológico, lo que incentiva el gran avance económico. La existencia de esta dependencia puede mantenerse controlada al existir un equilibrio de intereses, sin embargo, las naciones poseedoras de la tecnología manifiestan supremacía en los aspectos económicos y políticos comparadas al resto de las naciones.

La industria aeronáutica parte de una organización piramidal dominada por algunas empresas líderes, manufactureras de equipo original (*original equipment manufacturer*, OEM) que forman parte de las naciones con supremacía tecnológica, las cuales mantienen una estrecha relación con la investigación, innovación y desarrollo. (I+D). Los niveles de competitividad y la capacidad de producción están dispersas en el mundo. Dicha industria cíclica enfrenta una reiterada competencia internacional y ofrece aviones y helicópteros para los mercados civiles. La estructura de la producción en la industria aeronáutica tiene como eje rector a las OEM, quienes ejecutan el ensamblaje final y la entrega de los productos terminados.

En la parte superior está ubicada la *Original Equipment Manufacturer*, es decir, las grandes empresas o empresas “tractor”. En el nivel dos se encuentran las empresas proveedoras, es decir las de los aviones regionales, la continua competencia reúne a muchos participantes “[...] y los recién llegados como Mitsubishi (Japón), Sukhoi (Rusia), Comac (China).”¹¹. En el nivel tres están ubicadas las pequeñas y mediana empresas y finalmente en el nivel cuatro se encuentran las empresas que proveen las materias primas para el suministro de la cadena de producción. (véase figura 4)

Retomando el papel de la innovación como pieza angular de la industria aeronáutica, la cual va de la mano de las inversiones que se necesitan para fomentar el desarrollo de productos tecnológicamente complejos, es decir especializados, en dónde las empresas están sujetas al comportamiento del mercado. En otras palabras, previo a la Guerra Fría, la industria a largo plazo gozaba de subvenciones, pero se han visto trastocadas tras la apertura del mercado y una naciente economía de libre competencia. Lo que se vería reflejado en la organización de la cadena de valor.

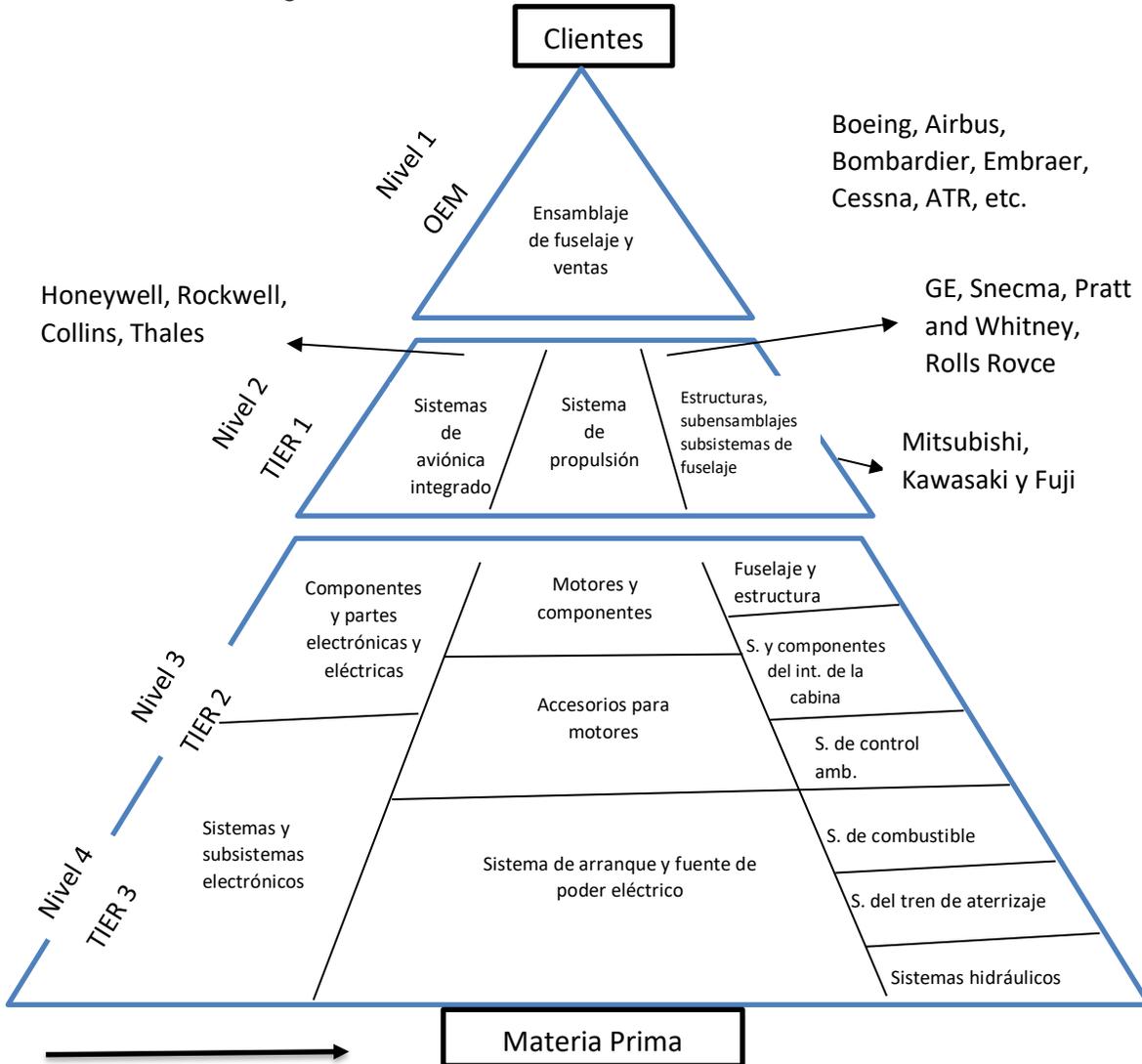
“Hasta entonces, dicha cadena estaba controlada por la OEM, que desarrollaba por sí misma el conjunto de un avión, subcontratando la fabricación de piezas con sus proveedores, los cuales eran numerosos para evitar una posible dependencia respecto de alguno de ellos. En los años noventa, la industria adoptó los principios de la producción delgada (*lean production*) con el propósito de disminuir sus costos y responder así a las exigencias del mercado. En la primera década del siglo XXI, el

¹¹Ibídem.

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

sector conoció una intensificación del proceso de descentralización de las actividades a lo largo de la cadena de valor.¹²

Figura 4. Cadena de valor de la industria aeronáutica



Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Economía, “Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial”, Dirección URL:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58802/Plan_Estrat_gico_de_la_Industria_Aeroespacial_junio.pdf,

[Consultado el 13 de agosto de 2015]

Las empresas líderes exigieron no solamente una mayor participación de los proveedores en el subensamblaje y en el diseño de productos, sino también en una creciente participación en los riesgos y desventajas que conlleva la I+D. Una de las

¹²Ibidem.

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

estrategias que tomaron fue la de reducir el número de proveedores y sólo conservar a los más aptos a nivel internacional.

“La producción se ha globalizado: el contrato es pactado con el proveedor, satisfaciendo las exigencias del cliente. La cadena de valor de la industria aeronáutica se apoya actualmente en dos pilares primordiales:

- 1) La descentralización de las actividades productivas y la I+D a lo largo de toda la cadena de valor.
- 2) La intensificación de asociaciones para compartir los riesgos entre las empresas integradoras y sus proveedores.”¹³

De acuerdo con el planteamiento de Guerra, los integradores han concentrado alrededor de cinco actividades clave (*corecompetencias*): la mercadotecnia, el desarrollo de productos, el ensamblaje final, la comercialización y el servicio a clientes. Las otras actividades han sido transferidas a lo largo de la cadena de valor. Lo único que propicia esta serie de cambios en la industria no es más que una ferviente asimetría, constituida por un sistema complejo de poder. En cierta medida las firmas integradoras y los fabricantes de equipos dominan a sus proveedores, quienes se ven subordinados a respetar las decisiones tomadas por la empresa “tractor” y tienden a satisfacer sus peticiones si es que quieren conservar el contrato. La globalización ha permitido que la producción de estas mercancías se pueda instalar en distintas partes del mundo, mostrando el potencial de diversos países y particularmente México, tras su crecimiento en los últimos años.

1.2 Desarrollo tecnológico en la industria aeronáutica civil (IAC)

De acuerdo al subcapítulo anterior en donde se habló de la importancia de la Investigación y Desarrollo como mecanismo de inserción en la CGV, ya que favorecen la dinamización de actividades de mayor complejidad de conocimiento, en este apartado se explica a mayor detalle la importancia de la aplicación tecnológica en la industria a nivel global, teniendo como objetivo optimizar los procesos productivos y el rendimiento de los productos finales.

En los últimos diez años los avances tecnológicos han provocado una revolución en las formas tradicionales de fabricar y hacer negocios a nivel global. “Específicamente, hay tres tecnologías que están afectando profundamente a la industria: manufactura aditiva, robótica y materiales avanzados. Dentro del sector

¹³ J.A. Guerra; Filho Alves; L. Ferreira, “Modelos de integracao de sistemas de industria aeronáutica e suas consecuencias”, ponencia presentada en “Knowledge and Competitiveness in the Aerospace Industry: The Case of Toulouse, Francia, Université Européenne du Travail, 2010.

aeronáutico, la industria 4.0 permite la generación de modelos digitales integrales, que puedan ser utilizados para hacer pruebas e identificar debilidades bajo condiciones de presión o corrosión y como consecuencia, permite hacer las rectificaciones pertinentes de ser necesario antes de invertir en prototipos”.¹⁴

Para llegar a entender de forma homogénea la competitividad alcanzada por la industria aeronáutica es necesario analizar la evolución y estructura de la organización productiva, la dinámica de localización de las actividades y la relación entre los gobiernos y la industria liderada por las empresas. Sin embargo, es importante señalar que algunas veces las empresas aeronáuticas no se rigen únicamente por las estrategias productivas de rentabilidad que guían a las demás empresas. Invariablemente organizan el trabajo y la producción, la gestión y los recursos humanos de forma distinta.

Uno de los factores que condiciona los procesos productivos de la industria aeronáutica es el papel central del Estado, su protagonismo se traduce en una reorganización planificada, una visión estratégica del desarrollo industrial y tiene como resultado un apalancamiento económico en la industria. No obstante, los países en vías de desarrollo están incursionando en el desarrollo de la industria y aunque poseen un menor valor añadido, poseen un status de actores “estratégicos”, es decir se están convirtiendo en centros de producción y al mismo tiempo en mercados emergentes.

De forma más específica, si se quiere analizar el caso mexicano dentro del marco de ventajas o desventajas a las que podría hacer frente respecto al proceso productivo de la industria, en un primer momento se debe de analizar el panorama a nivel internacional, así como asimilar qué tanta importancia tiene la industria aeronáutica en México. Lo cual se va a ver reflejado mediante las políticas tanto nacionales como estatales, puesto que son éstas las que determinan la localización de las empresas con mayor injerencia en el país, por otra parte, también toman partido las instituciones del ámbito tanto público como privado, que permiten crear una constante interrelación de los mismos, lo que da pie a favorecer el crecimiento del sector.

Mediante el análisis de las tendencias a nivel internacional se pueden ir creando estrategias respecto a la formación y captación de mercados estratégicos que permitan a la industria crecer de forma sustancial. Por medio de una continua innovación en el desarrollo de nuevas tecnologías y desarrollo de materiales

¹⁴ CONACYT, “Manufactura 4.0 en la industria aeroespacial” [en línea] México, Dirección URL: <http://conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/tic/18145-manufactura-4-0-industria-aeroespacial> , [consultado el 20 de octubre de 2017]

alternativos. Esquematizaremos en la siguiente tabla el proceso de desarrollo y constante evolución tecnológica de la industria a nivel global.

- a) “Los materiales compuestos: Hay un gran potencial de mercado para los proveedores de materiales compuestos en el sector aeroespacial. Esto se debe a la creciente demanda por manufacturar aeronaves más eficientes en su uso de combustibles, más amigables con el medio ambiente, que generan menos costos en su mantenimiento y que sean más ligeras, por lo cual requieren nuevos materiales alternativos al titanio y el aluminio, como son la fibra de carbón y la fibra de vidrio. A pesar de que actualmente el precio de los materiales compuestos es mayor que los tradicionales, se espera una reducción de su precio a partir de economías de escala y la automatización de sus procesos manufactureros.”¹⁵

- b) Sistema de propulsión (motores): En este apartado hay dos modelos tecnológicos de motor que ofrecen grandes posibilidades
 - El rotor abierto (open rotor): Este modelo es desarrollado por GE y Roll Royce y sus beneficios son la reducción del 26% en la quema de combustible respecto a motores actuales.

 - El motor “geared Turbofan” (GTF): Este modelo es desarrollado por Pratt & Whitney y fue seleccionado para Bombardier C-series y el jet regional de Mitsubishi y sus beneficios son el reducir el 50% el ruido de los motores actuales y mejorar en una tasa de doble dígito la eficiencia en el uso de combustible y la reducción de emisiones.

- c) Combustibles: Después de que la crisis de combustibles de 2008 mostró que tan sensible es la industria aeronáutica al aumento en el precio de energéticos, se ha consolidado la exploración de fuentes alternativas de combustible que disminuyan la vulnerabilidad al precio del petróleo, reduzcan la dependencia general al crudo y reduzcan las emisiones. Los biocombustibles se vislumbran como una oportunidad de desarrollo futuro, aunque todavía se requiere mayor inversión en I & D.

- d) Estructuras y sistemas (Cuerpo de ala híbrido): El cuerpo de ala híbrido es un diseño alternativo de aeronave con un fuselaje futurístico y un diseño *flying wing*. La fuerza aérea norteamericana ha mostrado interés en usar este

¹⁵ S/a, “Los composites en el sector aeronáutico”, [en línea], Dirección URL: <https://www.aimplas.es/blog/los-composites-en-el-sector-aeronautico>, [consultado el 20 de septiembre de 2018]

tipo de aeronave que consume 20% menos de combustible que una aeronave tradicional, es más ligera y menos ruidosa.

Los avances tecnológicos no solo son útiles para satisfacer la demanda que cada día va creciendo más y más, sino que también permiten la oportunidad de construir aeronaves sustentables. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA por sus siglas en inglés) ha establecido cuatro pilares para reducir el consumo de combustible y sus emisiones: tecnología, operaciones, infraestructura y medidas económicas. Enfocado al primer punto, la IATA lanzó su mapa de ruta tecnológica basado en el proyecto TERESA (Technology Roadmap for Environmentally Sustainable Aviation), en la última edición publicada en 2013, el mapa de ruta identifica las tecnologías generales en dos grandes rubros: fuselaje y motores, así como el periodo estimado en que se implementarían.

Entre las adaptaciones tecnológicas que impactan en un porcentaje mayor al 10% respecto al beneficio de reducción de combustible están estrechamente vinculadas con la configuración del avión, nueva arquitectura de motores y ciclos de motor (véase tabla 1)

Grupo	Concepto	Tecnología	Aplicabilidad al programa de aeronaves	Beneficios de reducción de combustibles
Configuración de aeronaves	Ala reforzada con armadura/ ala sujeta por puntal		Después de 2020	10 a 15%
	Cuerpo-Ala híbrida		Después de 2020	10 a 25%
	STOL eficiente en cruceros		Después de 2020	<1%
	Estructura de avión Morphing		Después de 2020	5 a 10%
	Volando sin tren de aterrizaje		Después de 2030	10 a 20%
	Dispositivos de la punta de ala avanzada	Punta de la punta de ala	Retro adaptación	1 a 3%
		Winglet mezclado/sharklets	Retro adaptación	3 a 6%
		Extremo de ala inclinada	Retro adaptación	3 a 6%
		División de winglets con cuchillas	Retro adaptación	2 a 6%
		Spiroid de la punta de ala	Después de 2020	2 a 6%
		Dispositivos de elevación alta/bajo ruido	Después de 2020	1 a 3%

<i>Tabla 1. Tendencias tecnológicas</i>				
Grupo	Concepto	Tecnología	Aplicabilidad al programa de aeronaves	Beneficios de reducción de combustibles
Aerodinámica	Dispositivos de elevación alta	Borde posterior de Camber variable	Antes del 2020	1 a 2%
		Alerón caído	Antes del 2020	1 a 2%
		Bisagra sin aleta	Después de 2030	1 a 2%
	Revestimientos reductores de fricción	Revestimientos reductores de fricción	Retro adaptación	<1%
		Revestimientos reductores de flujos turbulentos (riblets)	Retro adaptación	1%
		Películas gráficas de aeronaves	Retro adaptación	1%
	Flujo laminado natural		Después de 2020	5 a 10%
	Flujo laminado híbrido		Después de 2020	10 a 15%
	Camber variable con superficies de control existentes		Después de 2020	1 a 3%
	Camber variable con superficies de control		Después de 2020	1 a 5%
Estructura	Alivio de carga activa		Antes del 2020	1 a 5%
	Estructuras primarias compuestas		Antes del 2020	1 a 3%
	Estructuras secundarias compuestas		Antes del 2020	< 1%
	Tecnologías de ala inteligente, actuadores inteligentes		Después de 2020	1 a 5%
	Ala Morphing		Después de 2030	2 a 8%
Cabina	LEDs (Diodos emisores de luz) de alta potencia para la iluminación de la cabina		Retro adaptación	< 0.5%
	Conexiones inalámbricas/ ópticas para entretenimiento en vuelo		Retro adaptación	< 0.5%
	Interiores ligeros de la cabina		Retro adaptación	1 a 5%
	Interiores ligeros de la cabina		Después de 2020	5 a 7%

<i>Tabla 1. Tendencias tecnológicas</i>				
Grupo	Concepto	Tecnología	Aplicabilidad al programa de aeronaves	Beneficios de reducción de combustibles
Material	Reflejante		Antes del 2020	1 a 3%
	Central		Antes del 2020	1 a 3%
	Fluoropolímeros		Después de 2020	< 1%
	Microesferas de vidrio de alta resistencia		Después de 2020	< 1%
	Material Morphing (grupo)		Después de 2020	1 a 5%
	Aleaciones avanzadas (grupo)		Antes del 2020	1 a 3%
Procesos	Soldadura láser de haz		Antes del 2020	< 1%
	Remoción de soldadura por agitación		Después de 2020	< 1%
Sistema	APU (Unidad de Potencia Auxiliar)	Baterías de litio para energía secundaria	Después de 2020	< 1%
		Turbina de gas más eficiencia para APU	Después de 2020	1 a 3%
		PEMFC (Celdas de Combustible de Membrana de Intercambio de Protones)	Después de 2020	1 a 5%
		SOFC (Celda de Combustible de Óxido Sólido)	Después de 2020	1 a 5%
		SAFC (Ácidos Sólidos como Celda de Combustible)	Después de 2030	1 a 5%
	Tren de aterrizaje	Unidad de engrane de aterrizaje (Rueda TUG)	Antes del 2020	1 a 2%
		Taxi bot	Retro adaptación	1 a 4%
		Tren de aterrizaje ajustable	Antes del 2020	1 a 3%
	Sistema de control de vuelo	Vuelo avanzado por cable	Antes del 2020	1 a 3%
		Luces de vuelo	Después de 2020	1 a 3%
		WFCS (Sistema de Control Inalámbrico de Vuelo)	Después de 2020	1 a 3%

<i>Tabla 1. Tendencias tecnológicas</i>				
Grupo	Concepto	Tecnología	Aplicabilidad al programa de aeronaves	Beneficios de reducción de combustibles
	Arquitectura mayor de aeronaves eléctricas MEA		Antes del 2020	1 a 5%
	Secador de zona		Retro adaptación	< 1%
	Dispositivo de recolección de energía para sensores de la punta de ala		Después de 2020	< 1%
	Dispositivo de recolección de energía para interruptores de la cabina		Después de 2020	< 1%
	Supervisión de estado de sistema-diagnóstico y pronóstico		Antes del 2020	1 a 4%
Nueva arquitectura de motores	Engranaje turboventilador (arco de sistema)		Antes del 2020	10 a 15%
	Turboventilador avanzado (arco de sistema)		Antes del 2020	10 a 15%
	Contador de ventilador giratorio (arco de sistema)		Después de 2020	15 a 20%
	Rotor abierto/ ventilador sin conducto (arco de sistema)		Después de 2020	15 a 20%
	Conceptos de nuevo núcleo de motor (2° Generación)		Después de 2030	25 a 30%
	Multi-ventilador integrado distribuido (sistema 2 nd GEN)		Después de 2030	<1%
	Ventilador	Mejoras de componentes	Antes del 2020	2 a 6%
		Ventilador 0 hub	Antes del 2020	2 a 4%
		Ventilador BPR (relación de derivación) muy alto	Antes del 2020	2 a 6%

Tabla 1. Tendencias tecnológicas

Grupo	Concepto	Tecnología	Aplicabilidad al programa de aeronaves	Beneficios de reducción de combustibles
Conceptos avanzados de motor		Boquilla de ventilador variable	Después de 2020	1 a 2%
		Splits de flujo variable	Después de 2020	1 a 2%
	Cámara de combustión	Cámara de combustión ultracompacta de bajas emisiones	Después de 2020	1 a 2%
		Cámara de combustión avanzada	Antes del 2020	5 a 10%
	Compresor	Concepto BLING	Después de 2030	1 a 3%
		Concepto BLISK	Después de 2020	1 a 3%
	Geometría variable chevron		Después de 2020	<1%
Reactores de instalación	Motores ocultos		Después de 2020	1 a 3%
	Peso reducido de reactor		Antes del 2020	1 a 3%
Ciclos de motor	Ciclos adaptativos		Después de 2030	5 a 15%
	Detonación de impulso		Después de 2030	5 a 15%
	Compuestos ubicuos (2° generación)		Después de 2020	10 a 15%
	Adaptación/control de flujo activo		Después de 2020	10 a 15%

Fuente. IATA Technology Roadmap, 4th Edition, Dirección URL:

<https://www.iata.org/whatwedo/environment/Documents/technology-roadmap-2013.pdf> , [Consultado el 05 de abril de 2015]

“La penetración de los mercados globales es consecuencia directa de la aplicación y el aprovechamiento de todas las ventajas del potencial y las características de las TIC”¹⁶. Entender cuáles son las tendencias tecnológicas a nivel global nos permite innovar y asimilar las tecnologías que podemos desarrollar a nivel nacional, así como los desarrollos que se pueden hacer en cooperación con empresas extranjeras con la finalidad de mitigar el impacto ambiental sin socavar los beneficios económicos de los desarrollos tecnológicos.

¹⁶ Carlota Pérez, “Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: Una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales”, *Revista CEPAL*, 100, 2010, p. 126.

1.2.1 Cadenas globales y espacios locales de la industria

La deslocalización de la industria que se retoma en los apartados previos como eje de la descentralización de las actividades productivas, en este subcapítulo se profundiza como resultado de la reestructuración de la CGV y la injerencia y participación cada vez más dinámica de los proveedores globales y subcontratistas que establecen una relación interdependiente con las empresas matriz.

La industria aeronáutica se vuelve un caso particular o un caso aislado difícil de comparar con otra industria puesto que se caracteriza por el modo particular de sus operaciones, particularmente en materia de investigación y desarrollo (I+D). Es por ello que se materializa en una organización de alto nivel vertical y una jerarquía muy marcada en la cadena productiva. Anteriormente, alrededor de los grandes productores existían varios cientos de pequeñas empresas proveedoras que operaban en un proceso de fuerte control a través de rígidas especificaciones. Sin embargo, fue un modelo que se ha ido desgastando y que ya para la década de los noventa no había funcionado de forma deseada, lo cual podemos explicar mediante múltiples transformaciones en la industria electrónica y la de telecomunicaciones, lo cual impactó directamente al desarrollo de este sector:

“[...] dentro de la industria aeronáutica, en la que la elección de los comandos eléctricos de Airbus para el A320 condujo a una redefinición de su núcleo de negocios (*corebusiness*). En adelante, los sistemas eléctricos y electrónicos tendrían una función más importante que el fuselaje. Sobre todo, a partir del año 2000, las cadenas productivas se organizaron en una pirámide con pocos proveedores de carácter global que podían operar con mayor autonomía”¹⁷

Lo que posteriormente se vería reflejado en una reestructuración de la organización del modo de producción de la industria aeronáutica, es decir se mantendrían nuevos estándares de concentración de las actividades productivas, el cambio le permitió tener una mayor injerencia a los proveedores globales y los subcontratistas especializados. En el marco de una reestructuración de las cadenas globales de valor, los armadores exigieron se les dotara de mayores responsabilidades en el diseño, desarrollo y producción de componentes a los proveedores de primer nivel, con una fuerte especialización.

“Los proveedores de niveles intermedios y materias primas reforzaron su especialización sectorial para ser capaces de hacerle frente a la creciente complejidad de las tecnologías implementadas y asegurar la selección. Lo que se vería materializado en un aumento significativo de la tendencia de competencias complementarias relevantes, y de esta forma la industria aeronáutica dependió,

¹⁷*Ibidem*

cada vez más de empresas de otros sectores, así como de empresas que fungían en el propio sector.”¹⁸

Si es que la industria ha tenido un éxito creciente, se explica mediante el rápido progreso vinculado a la tecnología y un apoyo del gobierno a la I+D, lo cual es fundamental. Debido a que el sector posee un alto valor añadido, resulta directamente impactado por la escala y por el tiempo (*timing*). Su desarrollo se basa principalmente en partes y componentes que se encontrarían dispersos, es decir, mediante la composición de múltiples industrias dentro de la IA, así como en la deslocalización de la producción hacia otros territorios más rentables. Los costos de transporte no son relevantes en términos de costos totales, tampoco la demanda está geográficamente concentrada.

Sin embargo, existen algunas excepciones las cuales favorecen la concentración de la industria en determinados espacios geográficos, una de las más importantes, ha sido la oferta regional de un colectivo de trabajadores calificados y semicalificados, lo cual resulta de mucha relevancia si es que tratamos de integrarlo al estudio de un país como el nuestro. Las relaciones de subcontratación están marcadas por la importancia y la complejidad creciente de las actividades de concepción y fabricación confiadas a las empresas asociadas, por lo que en la red hay que resaltar tres dimensiones fundamentales

1. “La dimensión técnico-cognitiva que describe la lógica de descomposición del avión en subensambles que definen una arquitectura de empresas fundada sobre los bloques de saberes y saber-hacer importantes que dominan.
2. Como reflejo de esa división del trabajo se deriva un principio jerárquico que, en el caso de Airbus, separa a las empresas en tres rangos significativos con diferente grado de implicación en el proceso de construcción de un avión y del grado de riesgo financiero.
3. La proximidad geográfica subraya, entre otras cosas, la aglomeración de empresas proveedoras alrededor de los sitios de implantación de aquéllas que dan las órdenes.”¹⁹

¹⁸ Cristophe Carrincazeaux; Vincent Frigant, “ The internationalization of the french aerospace industry: To what extent were the 1990s a break with the past”, *Competition and change*, París, 2007, vol.11, núm 3, pp. 260-272

¹⁹ Vincent Frigant, Med Kechidi Damien Talbot, “Les territoires de l' aéronautique, EADS, entre mondialisation et ancrage”, París, L' Harmattan, 2006, p.17

De acuerdo a la perspectiva de Vincent Frigant, es fundamental la tendencia a la fragmentación, por tres razones:

1. “Las características físicas de los módulos restringen el transporte
2. Se eleva la complejidad de la coordinación cognitiva de las firmas
3. Se exagera el grado de interdependencia de las empresas.”²⁰

Que al mismo tiempo sigue una tendencia hacia la deslocalización del volumen de producción de bajo valor añadido para beneficiarse de los bajos costos salariales. La organización geográfica se relaciona con la estructura de la cadena de valor, debido a que la concentración económica en la industria es muy alta y en cada sector hay pocos competidores.

En el primer escaño se encuentran las *Original equipment manufacture* (OEM) como Airbus, Boeing, Bombardier, Embraer y Eurocopter. Las cuales se concentran en el diseño de los aeroplanos y helicópteros, hacen prospectiva del mercado y ordenan subensamble para el nivel dos, con base en el organigrama de producción (véase figura 4). Mientras que en el segundo escaño se encuentran los fabricantes de sistemas de propulsión como “[...] General Electric, Pratt&Whitney o Rolls-Royce; los productos de –avionicson-board- como Honeywell en Estados Unidos y Sextant Avionique en Francia, y manufactureros de estructuras de *airframe* y subensambles del motor de aterrizaje y sistemas hidráulicos”²¹. Por otra parte, el tercer nivel se estructura distinto, de forma más dependiente, se encuentran los productores de subensamble, sistemas hidráulicos y partes del fuselaje y el cuarto nivel está formado por pequeñas y medianas empresas que producen partes y componentes.

A esta división de la producción o de las actividades, dentro de este ámbito se le conoce como trabajo aeronáutico en redes, el cual trae ventajas consigo, es decir, como en la producción de una aeronave se fomenta la cooperación, el trabajo en proyectos específicos y una relación intrínseca con las empresas del segundo nivel, las cuales construyen y ensamblan diferentes componentes del producto final. Un factor interesante dentro del trabajo aeronáutico en redes, tiene que ver con el control de los actores que se encuentran en el primer nivel, principalmente Boeing y Airbus. En la siguiente imagen se muestra la división del trabajo de las diferentes partes del avión focalizadas en las capacidades productivas y tecnológicas de las múltiples empresas que colaboran con *Boeing*. (véase figura 5)

En este sentido, el fuselaje es realizado por empresas dentro de países que poseen una tecnología altamente desarrollada mientras que las empresas que están

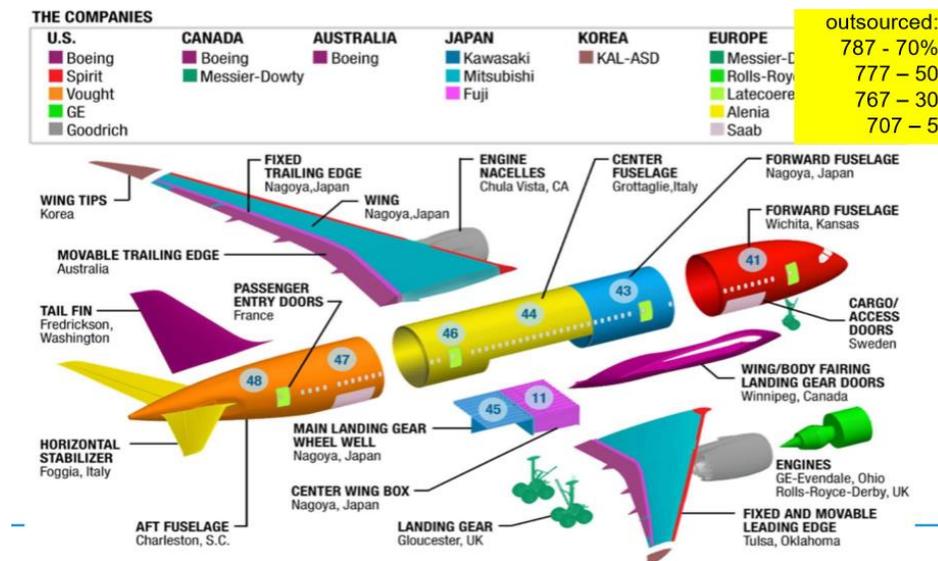
²⁰Ibidem.

²¹ Ibidem

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

incursionando en la industria se dedican al ensamblaje o desarrollo de partes de menor especialización. Sin embargo, existen nuevos actores emergentes que han ido escalando de poco a poco para hacerle frente a estos grandes gigantes de la industria, algunos nuevos actores se concentran en China, Brasil, Japón, Rusia y México.

Figura 5. Producción internacional de un avión comercial



Fuente: CEPAL, “Cadenas Globales de Valor: Apoyo a empresas para su inserción, Dirección URL:

https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/3_johannes_dobinger_cadenas_globales_de_valor_apoyo_a_empresas.pdf, [Consultado el 05 de febrero de 2018]

1.2.2 Centros de producción y la deslocalización de la industria

En este apartado se retoma la concepción de la división del llamado trabajo aeronáutico en redes, y se profundiza en la capacidad limitada de los países emergentes para desarrollar una industria altamente especializada y como contrapeso éstos llevan a cabo políticas públicas de atracción de empresas tractor que desarrollen sus actividades en estas regiones emergentes y ejercer una transferencia de conocimiento y adaptación a las exigencias que demanda el sector.

En un contexto global donde las ventajas comparativas, basadas en recursos naturales y bajos salarios se desvanecen ante una dinámica económica más intensiva en conocimiento. Hay regiones en el mundo que buscan mejorar su posición económica mediante la reorientación de sus vocaciones productivas hacia esquemas de mayor valor agregado, pero mientras algunas regiones cuentan con condiciones suficientes para transitar hacia sectores productivos de alta tecnología,

otras, en contraste, deben implementar cambios estructurales para atraer inversión en sectores cuya fuente de competitividad se asocie al uso de tecnología de vanguardia. Éste es el caso de regiones especializadas en actividades extractivas o de explotación de recursos naturales, donde la creación de nuevas industrias resulta ser un proceso costoso por la falta de infraestructura, recursos humanos, agencias de fomento, instituciones de investigación, de capacitación entre otros aspectos.

Por otra parte, el cambio en la dinámica económica de un país presenta diferentes tendencias basadas en las estrategias a implementar, mediante un elemento externo (Inversión Extranjera Directa o Empréstitos) así como también, a través de las relaciones inherentes de los actores internos que conforman dicha economía (Gobierno, Empresas, Centros de investigación, Instituciones o Universidades). También es probable que respondan a la combinación de un proceso endógeno con un componente exógeno. En todo caso, lo interesante del análisis, son los elementos que están en juego, es decir, los actores que protagonizan el cambio, el papel de la política pública, las nuevas relaciones público-privadas que emergen, así como la nueva trayectoria de innovación que se perfila.

En el caso del desarrollo de esta industria altamente especializada, la asignación de los procesos productivos está determinada mediante una estructura vertical; la cual se orienta de acuerdo a las capacidades de producción, especialización y de desarrollo de tecnología de punta que posea cada empresa. Esta estructura vertical ha ido cambiando parcialmente durante las últimas dos décadas. Por una parte, la arquitectura básica de las aeronaves se ha mantenido relativamente estable desde la llegada de la propulsión a turbina en la década de 1960, lo que ha permitido una estandarización de la tecnología; sin embargo, contrastado con ello se han ido incrementando los costos de diseño y de producción lo que causa como efecto el posicionamiento de las OEM a actuar vía diversos esquemas de subcontratación. Aunado a ello, los avances en las telecomunicaciones y en la electrónica posibilitaron una descentralización cada vez más exacerbada a la producción manufacturada.

Una acción conjunta que hizo frente a este continuo proceso de transformaciones dio como resultado que las cadenas productivas se reorganizaron esta vez en una pirámide con pocos proveedores de alcance global, los cuales operan con mayor autonomía. Además de que, la producción de las aeronaves ya no sólo se hacía en los centros de diseño y manufactura tradicional de los países desarrollados, sino en un número creciente de países alrededor del mundo. Lo que ha traído como resultado cierto beneficio a los proveedores globales, a los subcontratistas especializados y a las empresas locales de las regiones emergentes, siempre y

cuando tuvieran las capacidades para insertarse en las redes de abastecimiento del sector.

1.2.3 Reorganización de la industria y regiones emergentes

Este subcapítulo se liga directamente con los dos apartados anteriores al formar parte del tema de la reestructuración de la organización del modo de producción de la industria aeronáutica, sin embargo, en este apartado se explica a detalle la situación de apalancamiento económico y tecnológico, lo que quiere decir que es difícil la inserción a esta CGV debido a su alta especialización.

La industria se ha caracterizado por estar concentrada en unas pocas firmas. Sin embargo, recientemente los procesos de diseño, desarrollo y producción de aeronaves han experimentado severos cambios, derivados de las crecientes presiones para reducir costos y disminuir los tiempos de entrega. Las empresas productoras de aeronaves han disminuido significativamente los tiempos de desarrollo de sus productos.

“[...] mediante el uso de tecnologías computarizadas de diseño, lo que les permite diseñar y probar un avión completo, incluyendo sus partes individuales, mediante simulación computarizada; los planos así generados y probados se envían electrónicamente a los proveedores para la fabricación de las partes. En este sentido a pesar de la producción de aeronaves sigue concentrada en un número reducido de firmas, los cambios tecnológicos y en la organización de la producción de las aeronaves, pero sobre todo en la producción de partes y componentes”²²

Es decir, la estructura *per se*, no ha tenido muchos cambios en los últimos 50 años, la industria en su conjunto se encuentra inmersa en un enorme cambio tecnológico específicamente en los procesos de diseño y de manufactura. Sin embargo, lo que se está reestructurando totalmente es el contenido de los insumos, componentes y partes incorporadas a las aeronaves. Específicamente podemos decir que el uso de los metales convencionales ha disminuido y es reemplazado por nuevas aleaciones de metales y materiales compuestos. Así como también la digitalización de los sistemas de control que desplazan a los motores de alto consumo de combustible y a la mayoría de los dispositivos electromecánicos.

La concentración de la industria se centra en dos delimitaciones geográficas, principalmente; Norteamérica (EE. UU y Canadá) y parte de Europa Occidental, (Francia, Alemania e Inglaterra). “[...] Estos tres países concentraban más del 50% de los 42,900 empleos de la industria de Europa en 2015, cuya facturación es de

²² Mónica Casalet, et al., “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, México, Flasco, México, 2013, primera edición, p. 202

74,000 mdd. En EE. UU, el empleo total ascendía a 60,7000 trabajadores con una cifra de negociación de 160,000 mdd”²³. Otros actores de gran generación de empleos son Japón y Canadá, con un 6% de los empleos totales.

Para maximizar las ventajas comparativas y competitivas, se debe hacer un análisis geoestratégico de la problemática, es decir, un estudio de los tentativos nuevos mercados de la industria a partir de la ubicación geográfica o de las relaciones comerciales con otras regiones. Por ejemplo, el mercado de Asia-Pacífico, supondrá para el 2020 un 36% del mercado total, en conjunto de otros actores que hacen contrapeso a los grandes conglomerados en materia aeronáutica son Canadá y Brasil, quienes dotan al mercado global de aviones regionales, los cuales se enfrentan al mercado mediante Bombardier y Embraer, respectivamente.

1.3 Limitaciones al crecimiento de la industria aeronáutica

En este subcapítulo se exponen las áreas de oportunidad de la industria aeronáutica frente a la complejidad de la producción armonizada y la falta de normas que estandaricen los procesos, el apalancamiento tecnológico y financiero de la industria y el condicionamiento de la dinámica operacional de las aeronaves.

Con base en el seguimiento de las constantes mejoras tecnológicas tanto en el diseño y manufactura de las aeronaves, se ve explícita una complejidad de la fabricación, así como la multiplicidad de disciplinas que inciden en la manufactura, lo que determina una gestión centralizada de la producción por parte de productoras internacionales. Debido a que ésta es una industria de alta especialización tecnológica, uno de los retos a los que hace frente la innovación, se manifiestan por medio del cumplimiento de las normas de calidad tanto nacionales como internacionales. En este sentido, una de las estrategias aplicadas al proceso de producción armonizada internacional está dado mediante la fragmentación de diferentes módulos o niveles para la fabricación de una aeronave, la cual se basa en el desarrollo de un sistema de relaciones entre empresas especializadas para un óptimo desempeño.

A pesar de que existen proveedores que abastecen la estructura rígida de la industria aeronáutica, en cada escaño hay muy pocos competidores. “La industria aeronáutica se caracteriza por fuertes inversiones y ciclos de producción excepcionalmente largos. El financiamiento del proceso de desarrollo es un factor crítico para el éxito de las empresas, que afecta no sólo a las pequeñas, sino también a las grandes contratistas, aunque éstas tienen más posibilidades para

²³ *Ibíd.*

compartir riesgos y costos.”²⁴. Uno de los factores más importantes de la coordinación y financiamiento de la industria se fundamenta en la necesidad del apoyo coordinado del Estado y la protección al mercado.

Sin duda, el proceso de innovación tecnológico se basa en la posesión de la tecnología de punta como incentivo para fomentar el desarrollo de modos de producción más eficientes, lo que ayuda a los productores a abaratar costos de producción y por medio del sostenimiento del patrón tecnológico objetiva sus funciones. La globalidad que hemos alcanzado es irreversible y el único rol que nos queda es pensar en alternativas para sacar ventajas de la incesante deslocalización.

Abordando el tema de la deslocalización de la producción y de las consecuencias que ello conlleva, podemos tomar una postura optimista en la cual puedan interactuar, tanto el desarrollo de la industria aeronáutica, *per se*, con el económico y la liberalización de los servicios aéreos, lo que se traduce en el aumento de demanda del servicio comercial civil, el tráfico aéreo y la demanda de aviones. Este crecimiento se vincula invariablemente con la necesidad de poseer tecnología de punta, en este sentido se ve como un objetivo inmediato el poder adquirir tecnología, para lo cual existen múltiples variantes para llegar a este objetivo. Tanto los Estados como las compañías aéreas exigen la creación de centros de producción y de transferencia tecnológica a cambio de ser futuros nuevos mercados, creando un espacio de desarrollo industrial aeronáutico

De la mano con el desarrollo de la IA en Europa occidental y Estados Unidos, otros países en otros continentes se han sumado al grupo de fabricantes y consumidores de aparatos aeronáuticos.”[...] En este sentido, la ampliación futura del mercado asiático, particularmente el chino, o el latinoamericano tanto para productos como para servicios aeronáuticos, representan un potencial decisivo para el desarrollo del sector.”²⁵ A pesar del crecimiento reciente y su potencial futuro hacia una expansión ilimitada de la industria, ésta está condicionada por varios factores:

1. Los precios de los combustibles en un escenario de escasez del petróleo y sus derivados.
2. La saturación del tráfico aéreo y de las infraestructuras; principalmente los aeropuertos, lo cual redundará en deficiencia en los servicios civiles y un posible aumento de los accidentes.
3. Las transformaciones tecnológicas para reducir la contaminación derivadas de la lucha contra el cambio climático.

²⁴ Mónica Casalet, et al., “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, México, Flacso, México, 2013, primera edición, p. 202

²⁵ *Ibidem*.

Es por ello que se plantea una nueva era dentro de la industria aeronáutica en donde se están gestando nuevos procesos de desarrollo tecnológico en países periféricos a los gigantes de la industria, lo que da como resultado el que emerjan nuevos mercados potencialmente competitivos.

Como conclusión de este primer capítulo, se puede argumentar que la industria aeronáutica tiene un próspero porvenir debido al creciente incremento del tráfico aéreo y por ende de la demanda de aeronaves. Sin embargo, debido a su estructura organizacional piramidal, las actividades de mayor valor agregado para responder a esta demanda, están concentradas en las OEM originarias de países altamente desarrollados económica y tecnológicamente; mientras que las actividades de la CGV con menor valor agregado son destinadas a los países emergentes.

En este sentido, apegado a la descentralización de las actividades productivas, se toma el conocimiento (innovación y desarrollo tecnológico) como generador de valor, sin embargo, no es sencillo para los países emergentes desarrollar conocimiento puesto que es más barato importarlo. Por lo que se usa como estrategia incipiente la atracción de OEM que le permitan a las empresas subsidiarias absorber el conocimiento y desarrollar estrategias de transferencia de conocimiento. Las verdaderas áreas de oportunidad que se presentan para los países emergentes en esta CGV, es ejercer gradualmente un mayor número de actividades de investigación, desarrollo y diseño; dejando de lado las actividades técnicas de manufactura simple, tal como se menciona en la hipótesis de este trabajo.

México, en su posición global como economía emergente y debido al exitoso crecimiento de la industria aeronáutica en el país por las ventajas competitivas que las OEM ven en él, como un objetivo de inversión: para abaratar costos de producción, debido a su ubicación geoestratégica y a la gran cantidad de mano de obra calificada a bajo costo. Es por ello, que a continuación se expone la dinámica de la industria aeronáutica en México y la correlación de las ETN con las empresas nacionales, en donde se trata de resolver el cuestionamiento de si existe como tal una industria aeronáutica nacional o sólo se trata de la participación de ETN en territorio mexicano y se materializa en una fuga de capitales. Tomando como punto de partida, el desglose de los llamados agrupamientos económicos que son el reflejo mismo de la convergencia de intereses.

2 Empresas de la industria aeronáutica en México

En este segundo capítulo, de forma más directa se atañe al caso de la industria aeronáutica en México y la dinámica que presenta la división geográfica de las actividades, partiendo de la concepción de la llegada de OEM y TIER a México a partir del 2005, época del auge de los agrupamientos económicos. Se explica cómo es que las pymes responden a las necesidades de la demanda global de la industria desarrollando habilidades técnicas, organizacionales y académicas para lograrlo.

De igual forma, vinculado con la hipótesis de este trabajo, se plantea un estudio de caso, el cual arroja premisas fundamentales, tales como que para lograr un escalamiento económico se debe invertir en actividades de mayor valor agregado, puesto que se efectúa un impacto directamente proporcional entre la inversión en actividades de alto valor agregado por parte de los gobiernos y empresas nacionales frente a la contraparte de mayor flujo de IED focalizada al desarrollo de proyectos específicos. Existe una demanda constante de innovación no sólo de nuevas tecnologías sino también de innovaciones de productos y procesos.

2.1 Clústeres de la industria aeronáutica en México

En este apartado se dan a conocer las empresas transnacionales de la industria aeronáutica que tienen mayor injerencia en México y cuáles son las partes específicas del avión que produce cada empresa en determinado territorio del país, dentro de lo que algunos autores denominan *cluster*.

La transnacionalización de las empresas ha propiciado el abaratamiento en los costos de producción y la disminución en los tiempos de entrega debido a que las empresas se han concentrado principalmente en los países en desarrollo, lo que las dota de ciertos beneficios como; el recorte de los salarios o subsidios por parte de los gobiernos receptores. En el caso de México, las empresas transnacionales ocuparon algunos puntos estratégicos en el territorio a partir del año 2005. Según Pro México, nuestro país se ha consolidado como líder global en el sector aeronáutico, “[...] ha registrado un crecimiento anual de 17.2% en los últimos nueve años. Según datos de 2016, actualmente hay 330 empresas y entidades de apoyo. La mayor parte de ellas tiene certificaciones NADCAP y AS9100 y están ubicadas principalmente en 5 localidades federativas y emplean a más de 32,600 profesionales de alto nivel.”²⁶

²⁶ Pro México, *National Flight Plan*, [en línea], Mexico’s Aerospace Industry Road Map 2015, p. 66, México, Pro México, julio 2015, Dirección URL: http://mim.promexico.gob.mx/JS/MIM/PerfilDelSector/Aeroespacial/MRT_Aeroespacial_2015_ENG.PDF, [consultado el 14 de mayo de 2016.]

Para conocer cuáles son las empresas relacionadas a la industria aeronáutica con mayor injerencia en el país, no sólo es importante saber que están aquí, sino, sobre todo explicar por qué se concentran en determinados estados del territorio mexicano, lo cual se explica por medio de la fragmentación de los procesos productivos de las empresas transnacionales mediante las cadenas globales de producción, es decir, que con el fin de abaratar costos de producción se tiende a fomentar la deslocalización, en este sentido, se incentiva una interdependencia económica, entre los países que poseen los bienes de capital y sus proveedores externos.

Las empresas transnacionales logran especializarse en procesos como: el diseño, el desarrollo de productos de tecnología avanzada, así como en los servicios. Mientras que sus subsidiarias o empresas locales en los países semi-industrializados fabrican componentes o completan procesos de bajo valor agregado, tal es el caso de México como proveedor de partes de aeronaves.

La definición de *clúster* o agrupación que data de finales del siglo XIX, por un lado, con las primeras impresiones de David Ricardo respecto a la introducción al concepto de ventaja comparativa que dio pie al enfoque de especialización nacional y regional. Por otro lado, de acuerdo a la visión de Michael Porter, pionero en la teoría de los clústeres y uno de los investigadores en materia de gestión y competitividad más influyentes, define al clúster como “concentración geográfica de compañías interconectadas e institutos en un campo en particular, unidos por elementos comunes y complementarios”²⁷. Los clústeres abarcan una gran cantidad de industrias vinculadas y otro tipo de entidades importantes para la competencia. Muchas de estas agrupaciones incluyen instituciones gubernamentales, universidades, *think tanks**, proveedores de formación profesional y asociaciones de comercio, que proveen capacitación especializada, educación, información, investigación y apoyo técnico. Mientras que Paul Krugman argumenta que “los clústeres no son vistos como flujos de bienes y servicios, sino más bien como arreglos dinámicos basados en la creación de conocimiento, los rendimientos crecientes y la innovación en un sentido amplio. Las ventajas de un clúster son la fuente abundante de trabajadores especializados, suministro y variedad de insumos a bajo costo y derramas de conocimiento.”²⁸

A manera de conclusión, la razón de ser de cualquier agrupación es la eficiencia colectiva proveniente de la interrelación de las economías externas y las acciones

²⁷ Michael Porter, “Clusters”, [en línea] Academia, Dirección URL: <http://www.sistemascomplejos.cl/wp-content/uploads/2012/04/CLUSTERS-ISCV.pdf>, [consultado el 18 de junio de 2015]

²⁸ Paul Krugman, Princeton [en línea] “The new economic geography, now middle-aged”, Dirección URL: <https://www.princeton.edu/~pkrugman/aag.pdf>, [consultado el 25 de de junio de 2015]

conjuntas que se complementan para obtener una ventaja competitiva para las partes involucradas. “[...] actuando directamente en cada porción del territorio, en los niveles municipal y local, identificando, promoviendo, facilitando y apoyando las actividades de creación de riqueza dirigidas al mercado más adecuado: local o regional, nacional o global.”²⁹ Las ventajas pueden derivar de diversas fuentes, tales como la especialización en etapas específicas del proceso de producción, la innovación adicional, gracias a la asimilación del conocimiento tecnológico y la interacción o el acceso a servicios especializados de desarrollo económico. “Los clústeres afectan la competitividad en tres maneras: aumentando la competitividad de las empresas del área, orientando la dirección y el rumbo de la innovación, lo que sostiene el crecimiento de la productividad y la estimulación de la creación de nuevas empresas.”³⁰

Desde mediados de la década de los noventa, en México surgieron programas e instrumentos para favorecer la creación de agrupamientos industriales en diferentes sectores (el automotriz y electrónico, primero; la biotecnología, las TIC y el aeroespacial, posteriormente) y regiones (Guadalajara, Baja California, Chihuahua, Querétaro y Aguascalientes). Los objetivos fueron facilitar economías externas, e integrar a las pymes, ya fuera en relaciones asociativas entre sí, o con empresas anclas para reforzar las economías regionales, a través de mejoras en el comportamiento empresarial y productivo, así como, en la creación de nuevas competencias laborales. Pero estas políticas e instrumentos creados a nivel público, que también han congregado apoyos privados, en la mayoría de los casos, no toman en cuenta la valoración de la dimensión sectorial estratégica y la especificidad que requiere su desarrollo.

El análisis sectorial implica diagnosticar la estructura y evolución de la organización productiva, apegada a la política industrial correspondiente (local, regional o nacional), para evaluar los impactos generados en el entorno productivo y el nuevo desarrollo de capacidades de asimilación de los procesos de transferencia tecnológica de las empresas que se incorporan a la producción. Como respuesta, se diseñan políticas de encadenamiento productivo, que retomen los beneficios e incentivos para atraer a las empresas ancla o tractoras, reconociendo qué tipo de empresas transnacionales presentan condiciones vinculantes para el desarrollo de las economías emergentes, especialmente para fomentar la transferencia de conocimiento, capacitación del personal en I+D e impulsar la creación de empresas mixtas nacionales y extranjeras, en sectores asociados a tecnologías de alto nivel.

²⁹ Carlota Pérez, “Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: Una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales”, *Revista CEPAL*, 100, 2010, p. 124

³⁰ Josep Capó Vicedo; Manuel Expósito Langa; Enrique Masiá Buades, “La importancia de los *clusters* para la competitividad de las PYME en una economía global”, EURE, Santiago de Chile, 2008.

En este sentido, se considera a la industria aeronáutica como un sector estratégico para el crecimiento económico, basado en la experiencia histórica de México en las manufacturas, en especial, en los rubros automotriz, electrónico y plásticos. Lo cual genera oportunidades para que empresas de estos sectores emigren al aeronáutico, aunque las condiciones de producción, inversión y regulación sean distintas. El sector aeronáutico se considera como estratégico con base en su aportación al desarrollo tecnológico del país y su viabilidad para integrar intangibles (distribución y comercialización), cuyo costo regularmente representa un valor agregado respecto al producto final.

La integración de un sistema complejo como la industria aeronáutica no es sencillo, puesto que está regido por la lógica de grandes empresas internacionales, además de que las cadenas productivas se organizan jerárquicamente y demandan para su instalación un marco de incentivos claros para abastecerse de insumos y servicios locales. A estas exigencias se agregan los procesos de certificación y garantías de calidad, que son la constante de la industria en los procesos de manufactura, mantenimiento y servicios auxiliares. De acuerdo con los informes sectoriales elaborados por Pro México, la industria aeronáutica en México ha presentado un alto potencial de expansión, la llegada de inversiones provenientes de Canadá, Francia y España ha acelerado la posibilidad de materializar un escalamiento económico, estimulando el ingreso de empresas mexicanas a la CGV, “logrando un crecimiento de entre 10 y 15% al cierre del 2017”³¹, pronosticado por el presidente de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (Femia) Carlos Robles Álvarez. “En 2016, se contabilizaron en el país 330 empresas y entidades de apoyo aeroespaciales con presencia en 18 estados, mismas que generaran 50,000 empleos.”³². (véase fig. 6)

El sector aeronáutico en México ha mostrado un crecimiento de más de 15% por año, según datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, impulsado por la participación de importantes grupos aeronáuticos internacionales, que están ubicados en al menos 18 estados del país. “Mientras que, por un lado, las exportaciones de esta industria en el periodo 2007-2017 crecieron a una tasa promedio anual de 11.2%, lo que le permitiría alcanzar una cifra superior a 7,000 millones de dólares en el rubro. Por otro lado, las exportaciones manufactureras

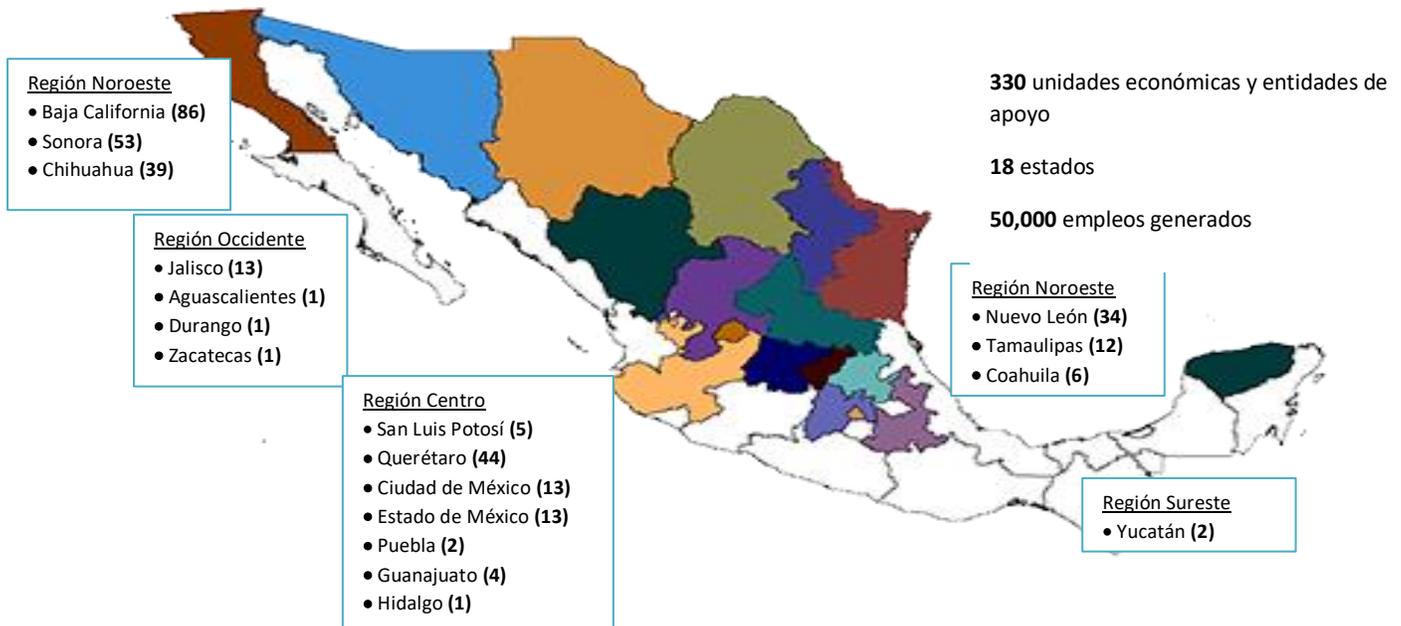
³¹ Viviana Estrella, “Sector aeroespacial con crecimiento de doble dígito: Femia”; El economista, [en línea] Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Sector-aeroespacial-con-crecimiento-de-doble-digito-Femia-20180207-0027.html> [consultado el 20 de febrero de 2018]

³² S/a, Industria aeroespacial “Pro México”, [en línea] Dirección URL: http://mim.promexico.gob.mx/es/mim/Mapa_de_cluster, [consultado el 12 de junio de 2018]

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

mexicanas crecieron a una tasa anual de 5.7% en el mismo periodo”³³, es decir, la mitad de lo registrado por la industria aeronáutica.

Figura 6: Presencia aeronáutica en el país



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Economía, “Pro aéreo 2.0 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial”, Dirección URL: https://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/PROAEREO-12-03-2012.pdf, [Consultado el 12 de septiembre de 2017]

Las empresas que se contabilizaron se encuentran ubicadas dentro de los polos estratégicos de desarrollo del país para el sector aeronáutico, principalmente, en la parte norte y centro. De acuerdo a los informes sectoriales de Pro México, se encuentran en Baja California, Chihuahua, Nuevo León, Querétaro y Sonora, realizando diferentes actividades de especialización regional. (véase tabla 2)

Tabla 2: Principales conjuntos de la industria aeronáutica

Estado	Especialidad	Temas de interés	N° de empresas	Principales empresas
Baja California -Mexicali -Tecate -Tijuana	-Eléctrico y electrónico -Partes de motor -Ensamble de interiores y asientos -Instrumentos de control y navegación -Ingeniería y diseño -Eléctrico y electrónica (manufactura de partes)	-Apoyo para nuevos proyectos -Mayor presencia a nivel internacional	86	-Honeywell Aerospace -UTC Aerospace Systems -GNK Aerospace

³³ S/a, Forbes, “México, tercer lugar en inversión extranjera de industria aeroespacial”, [en línea] Dirección URL: <https://www.forbes.com.mx/mexico-tercer-lugar-en-inversion-extranjera-de-industria-aeroespacial/>, [consultado el 04 de octubre de 2018]

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

Tabla 2: Principales conjuntos de la industria aeronáutica

Estado	Especialidad	Temas de interés	N° de empresas	Principales empresas
Sonora -Hermosillo -Guaymas -Cd. Obregón	-Maquinado de alta precisión de componentes de turbina -Arneses y cables -Manufactura de aluminio	-Capacitación especializada -Atracción de inversiones	53	-Maquilas Tetakawi -Sonitronics -Qet Tech
Querétaro -Santiago de Querétaro	-Partes de fuselaje -Trenes de aterrizaje -Maquinados de precisión -Cables y arneses -MRO	-Centros de investigación de materiales compuestos -Capacitación y certificación	44	-Bombardier -Grupo Safran -Aerona
Chihuahua -Cd. Juárez -Chihuahua	-Aeroestructuras -Fuselaje -Maquinados de precisión para turbina	-Capacitación especializada	39	-Zodiac -Hawker -Honeywell
Nuevo León -Apodaca -Monterrey -Sta. Catarina	-Fuselajes de helicópteros -Arneses y anillos de materiales especiales	-Certificación -Capacitación especializada	34	-Monterrey -Aerospace -Frisa

Fuente: Elaboración propia con datos de la Revista Latinoamericana de Economía: Problemas del desarrollo “La industria aeroespacial en México”, Dirección URL: http://www.probdes.iiec.unam.mx/numeroenpdf/195_v49/07artVazquez.pdf , [Consultado el 11 de agosto de 2018]

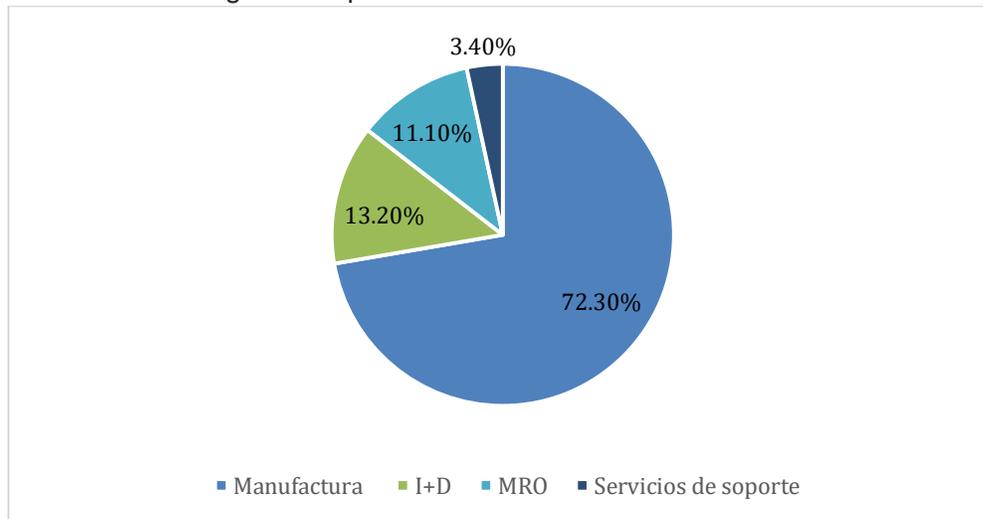
Respecto a las operaciones de las empresas aeronáuticas, la mayor parte se concentra en actividades de manufactura de partes y componentes, que representa el 72.3%, seguido de D&I con el 13.2%, (MRO) 11.1% y 3.4% son entidades de apoyo como centros de desarrollo y académicos vinculados al sector. (véase tabla 3 y figura 7)

Tabla 3: Estructura de la industria aeronáutica en México, (áreas de actividades de las empresas)

Manufactura	MRO	D&I	Entidades de apoyo
Fabricación y ensamblaje de componentes y partes de aeronaves	Mantenimiento, reparación y revisión	Diseño e ingeniería	Centros de investigación y desarrollo
72.3%	11.1%	13.2%	3.4%
-Arneses y cables -Componentes de motores -Sistemas de aterrizaje -Inyección y moldes de plástico -Fuselajes -Composturas -Intercambiadores de calor -Maquinado de precisión	-Turbinas y motores -Fuselajes -Sistemas eléctrico-electrónicos -Sistemas de aterrizaje y hélices -Sistemas Unitarios de Poder (APU) -Componentes dinámicos -Cubrimientos, corrosión y protección -Arreglo y rediseño de interiores	-Dinámica aeroespacial -Sistemas de control -Simulación de vuelos -Técnicas de vuelos no destructivas (NDT) -Procesamiento de datos -Diseño de equipo -Sistemas embebidos	-Materiales -Estructuras aeronáuticas -Diseño integrado y validación -Mecánica de vuelo -Propulsión -Desarrollo de capital humano -Gestión de tráfico aéreo -Aviónica y física de vuelo

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Economía y del CONACYT

Figura 7: Operaciones aeronáuticas en México



Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Mexicana de la Industria Aeronáutica, "Identificación de Capacidades Tecnológicas Nacionales en la Cadena de Valor del Sector Aeroespacial". Dirección URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58971/186-1299_Federacion_Mexicana_de_la_Industria_Aeroespacial_C.V..pdf, [Consultado el 24 de julio de 2018]

Esta distribución de actividades está relacionada con lo atractivo que es el país para llevar a cabo proyectos de manufactura, sin embargo, existen proyectos ligados a actividades de mayor contenido tecnológico. Podemos explicar la predominancia de actividades de manufactura con relación al tipo de empresas que participan en las actividades del sector aeronáutico en el país, ya que más del 90% de las empresas con participación en México son TIER 1, 2 y 3, es decir, grandes, medianas y pequeñas empresas proveedoras de bienes y servicios.

2.2 Participación de las empresas dentro de la industria aeronáutica en México

En este subcapítulo, se expone el caso de éxito queretano, en donde podremos visualizar la estrategia tomada, en la cual se prioriza el invertir en actividades de un alto valor agregado y como resultado de ello surge un crecimiento dinámico y significativamente mayor que en el resto de los estados de la república, como se explica en el desarrollo del apartado.

Para entender de mejor manera la relación entre incentivar la Investigación y Desarrollo y la relación proporcional con el dinamismo del sector, se analiza el caso del clúster queretano, ya que de acuerdo con datos de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) del gobierno del estado de Querétaro, la industria aeronáutica en el estado registra el mayor crecimiento del sector en el país. Entre los factores que han contribuido a este crecimiento están la IED; educación

enfocada en competencias e internacionalización; desarrollo de proveeduría local; *joint ventures* y fomento a la innovación y al desarrollo tecnológico.

En los últimos cinco años, la IED acumulada en el sector aeronáutico de Querétaro ascendió a 1,300 millones de dólares, consolidándose como el índice de IED en el sector más alto del país, además de que fue en esta entidad donde se desarrollaron los primeros parques industriales dedicados a la industria aeronáutica. Las actividades que se realizan en la región de Querétaro, son desde actividades básicas, se cuenta con la participación de 26 empresas en el área de manufactura, 18 empresas de I+D y 6 empresas referentes a MRO; además de 15 empresas que ofrecen servicios de soporte. (véase figura 8) Si bien, en Querétaro hay una mayor cantidad de procesos de manufactura, la región concentra el mayor número de centros de investigación públicos relacionados con actividades de I+D en el sector, lo cual contribuye en gran medida a la atracción de proyectos de mayor valor agregado y generación de empleos mejor remunerados.

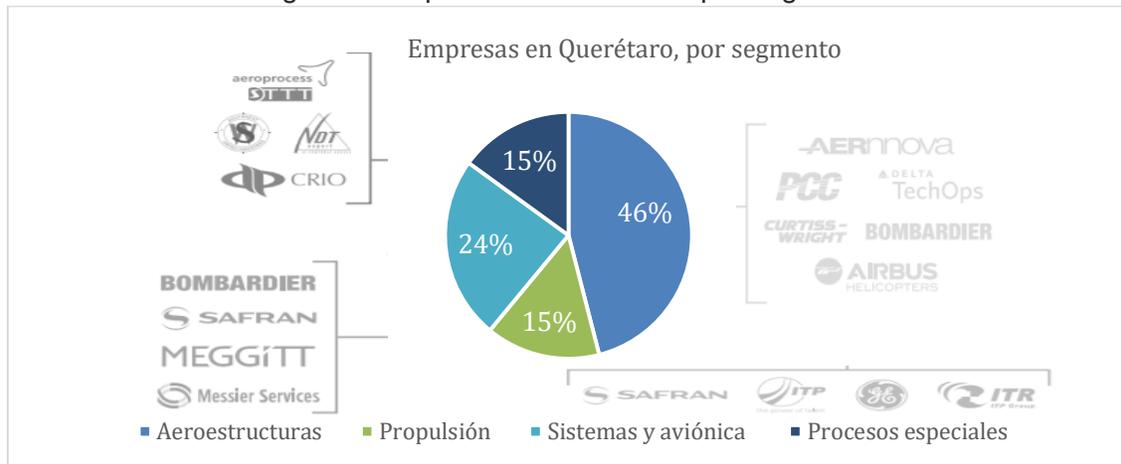
Figura 8: Empresas por tipo de actividad en Querétaro



Fuente: Elaboración propia con datos de PROMEXICO, “Mapa de ruta del sector aeroespacial para la región de Querétaro [en línea] Dirección URL: <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/aeroespacial-queretaro.pdf>, [Consultado el 15 de agosto 2018]

Así mismo, es la región del país que tiene la mayor cantidad de centros de mantenimiento aeronáutico en diversas ramas; 46% corresponde a aeroestructuras, 15% a sistemas de propulsión, 24% a sistemas y aviónica y 15% a procesos especiales. (véase figura 9)

Figura 9: Empresas en Querétaro por segmento



Fuente: PROMEXICO, “Mapa de ruta del sector aeroespacial para la región de Querétaro [en línea] Dirección URL: <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/aeroespacial-queretaro.pdf>, [Consultado el 15 de agosto de 2018]

La relación entre mayor valor agregado a los procesos y productos, impacta en el desarrollo de grandes proyectos de innovación que están apoyados de inversiones del erario público. Cabe mencionar que la derrama de conocimiento de las ETN y la maduración de algunos sistemas regionales de innovación, se ve reflejado en la formación y escalamiento de pymes tecnológicas en México. El caso de éxito de Querétaro se manifiesta en la relación de los proyectos desarrollados y el alto monto de ellos, con relación a los demás estados de la república. Otro aspecto a destacar, es que seguido de éste encontramos a los 4 clústeres más destacados de la industria aeronáutica, con más de 80 proyectos promedio. (véase figura 10)

Figura 10: Proyectos y montos del Programa de Estímulo a la Innovación



Fuente: PROMEXICO, “Mapa de ruta del sector aeroespacial para la región de Querétaro [en línea] Dirección URL: <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/aeroespacial-queretaro.pdf>, [Consultado el 17 de mayo de 2017]

Se tomó como referencia el caso queretano con base en el gran dinamismo que ha tenido este estado respecto a la adaptación y cumplimiento de las demandas de las OEM, frente a la habilidad de ofertar numerosas opciones de capacitación. Tanto

institucionales como corporativas, así como lograr un óptimo trabajo sustentado en la triple hélice.

2.2.1 Bombardier Querétaro (BMQ)

Con relación al apartado anterior, en este subcapítulo se explica a mayor detalle dentro del contexto del caso queretano, la participación de empresas clave que le permitieron a este estado llevar a cabo la estrategia adecuada para responder a las necesidades que demandaban las OEM que llegaron al país.

La cadena de valor global de la industria aeronáutica posee un complejo modelo de organización industrial mediante una red de proveedores locales, vinculada con una empresa líder, conocida como “empresa ancla”, la cual está encargada del diseño de los productos y la relación entre las subsidiarias abasteciendo una gran capacidad de transferencia tecnológica en la industria, tal es el caso de la llegada de la empresa *Bombardier* a Querétaro que ha representado un impulso en el crecimiento industrial del estado, así como, el desarrollo de la capacidad de oferta de empleo de alta especialización en México.

Bombardier es una empresa canadiense diversificada.

“En sus primeras etapas producía vehículos para la nieve y trenes. Actualmente los productos aeroespaciales representan más de la mitad de los ingresos de la empresa. Hoy es la tercera más grande del mundo en el mercado de la manufactura aeroespacial civil comercial, de negocios y aeronaves anfibas [...] *Bombardier Aerospace* inició sus operaciones en la ciudad de Querétaro, México, en 2006. Al principio la planta producía arneses eléctricos y realizaba algunos procesos de ensamble estructural. La inversión inicial estimada de esta operación fue de doscientos millones de dólares, con una plantilla de novecientos trabajadores. Casi al mismo tiempo, Bombardier comenzó sus actividades en China, pero con diferentes estrategias en ambos países. Con la producción en este último país, abastece el mercado local. Bombardier vende licencias de los procesos productivos, pues tiene muchos proveedores de piezas de aviones en China; mientras que la producción se dirige a los mercados mundiales.”³⁴

A pesar de que China, como mercado emergente, pueda presentar gran competitividad frente a México, dentro de las estrategias comerciales, el costo de mano de obra no lo es todo, puesto que se compensa con otros factores, como lo es la cercanía geográfica con los mercados más grandes de la industria aeronáutica,

³⁴ Casalet Mónica, “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, Editorial Flacso, México, 2013, p. 142

tales como EE. UU y Canadá, principalmente. Además, existen otros elementos relacionados a la capacidad competitiva de México, tales como; la compatibilidad de caracteres y los horarios de trabajo. Esto se puede entender como la capacidad de que un mercado como el nuestro pueda modificar el proceso de producción según la demanda de los consumidores, mientras que en China esto no ocurre.

La injerencia de Bombardier en México la podemos ver materializada en Querétaro, la cual tuvo un apoyo del gobierno mexicano en diferentes niveles; estatal, federal y en materia de ciencia e investigación por medio del Conacyt. Todo ello, porque la empresa Bombardier tenía previsto su establecimiento en el estado de Querétaro, en otros términos, se logra una cooperación conjunta y uniforme, empresa-gobierno.

Podemos concluir en este punto, cómo una empresa como Bombardier, toma sus decisiones en materia de inversión, no sólo en un ámbito fiscal o basado en el apoyo que le pueda ofrecer el gobierno receptor, sino que analiza las ventajas comparativas sobre diferentes escenarios a los que va a dirigir su inversión. A pesar de su corto tiempo de presencia en el país, Bombardier ha sabido desenvolverse en la industria por medio de un proceso de continuo aprendizaje y sobre todo de modificación de la producción o adecuación a las necesidades del mercado, en especial, ha sabido desarrollarse dentro de la Cadena Global de Valor aeronáutica mexicana.

“[...] La primera etapa de éxito fue la producción de arneses ya que desde ese entonces su planta produce el 90% de la demanda mundial de este producto de Bombardier. Después, la planta de arneses inició la producción de una parte de los fuselajes y más tarde los ascensores y estabilizadores [...] El proceso de aprendizaje ha requerido de constantes visitas de los ingenieros de Bombardier Canadá, así como de múltiples programas de capacitación”³⁵

La transferencia tecnológica ha crecido paulatinamente, en la actualidad se ha logrado conformar una estrategia de triple hélice en Querétaro, entendida como, la cooperación entre empresa-gobierno-universidad. Respecto a la transferencia tecnológica, se puede indagar que no sólo es un proceso con beneficio unidireccional, sino que trae consigo un beneficio mutuo. En este mismo orden de ideas, el poseedor de la tecnología logra abaratar sus costos de producción, dinamizar el flujo de mercancías e incentivar nuevos mercados, mientras que el receptor de la tecnología logra modernizar sus procesos productivos y en el mejor de los casos logra desarrollar una industria propia. Es evidente que, para lograr este

³⁵ *Ibíd.*

último paso, es necesario una intervención del Estado para regular ciertas políticas públicas que puedan llevarlo a la práctica y lograr un escalamiento económico.

Tras la llegada de la empresa canadiense, *Bombardier*, a México podemos señalar casos particulares de éxito; en 2010 el proceso de ensamblaje que se realizaba en Wichita, EE. UU, pasó a acentuarse y realizarse en territorio mexicano y poco tiempo después la planta se convertiría en la más importante fuera de Toronto.

“[...] recibió la autorización de la Federal Aviation Administration (FAA) para fabricar las piezas de las categorías 1 y 2 de los aviones [...] la integración de Bombardier México Querétaro a la Cadena Global de Valor comprende otras actividades, incluida la fabricación de algunas partes de la C Series, el jet más grande de Bombardier, así como las puertas del Airbus, con lo que se convirtió en el principal nodo de una compleja cadena de proveedores”³⁶.

El elemento más importante para ser partícipe de una cadena global de valor en una industria altamente especializada, como lo es; la industria aeronáutica, sin duda, es el proceso de certificación de la empresa que busque ser proveedor de las grandes armadoras, para formar parte de esta industria, lo que se necesita:

“[...] en primer lugar es; tener experiencia en la producción en serie, como lo realizó la empresa Quo” la cual tenía experiencia en la producción de autopartes. En segundo lugar, la empresa debe ser funcional para la gran empresa [...] Bombardier tiene ahora un jefe de proyecto y un equipo de diez personas en Querétaro encargadas de identificar oportunidades de fabricación local. Este equipo ha identificado diez mil componentes que pueden ser producidos localmente, pero se requiere conseguir proveedores adecuados que cumplan con los requisitos y las certificaciones correspondientes”³⁷.

En este sentido, México tiene capacidad suficiente para formar parte de estas pequeñas empresas proveedoras, sin embargo, no basta con idealizar el esfuerzo del sector privado. Se trata de un esfuerzo conjunto, de políticas públicas que prioricen el papel de la industria en México, es decir, queda un largo camino por recorrer donde el primer paso ya está dado. Si bien las empresas armadoras de aeronaves han invertido en México desde el año 2005, el gobierno ha ido actuando sobre la marcha, es decir, tras ver el flujo de IED se vio obligado a crear una estrategia basada en un análisis FODA que decidieron llamar, Plan Nacional de Vuelo, en donde se abordan diferentes ámbitos del desarrollo de la industria en el país y estrategias de adaptación.

³⁶ *Ibidem*.

³⁷ *Ibidem*.

2.2.2 Safran México

Es una compañía subsidiaria controlada totalmente por el grupo Safran (Francia), el cual ha operado en México durante más de dos décadas, “principalmente en los mercados aeroespaciales y de seguridad”³⁸. Se presenta como el mejor empleador en el sector aeronáutico; en su página web reporta tener 5,400 empleados, según datos de marzo de 2019, seguido de Honeywell y Bombardier. En la actualidad desarrolla sus actividades distribuidas en 7 sitios de producción, constituida en territorio mexicano de la siguiente forma:

“Posee dos fábricas de producción, centros de excelencia de Safran, están instaladas en Querétaro: una dedicada a ciertas piezas críticas de los motores CFM56 y SaM146, y la otra, a piezas de trenes de aterrizaje de los aviones de Airbus y Boeing. El Grupo también dispone en Chihuahua del mayor centro de fabricación de cableados eléctricos aeronáuticos del mundo. Creado en 1996, es el primer sitio aeronáutico abierto en México. Actualmente, consta de 4 fábricas y de un centro de diseño de los sistemas de cableado y de ingeniería. Diseña y produce el 95% de los cableados eléctricos del Boeing 787 Dreamliner y produce el 75% de los cableados eléctricos del Airbus A380, el avión de línea más grande del mundo.

Para responder a las necesidades de las compañías aéreas que operan en todo el continente americano, Safran cuenta con tres entidades MRO (Maintenance, Repair & Overhaul) en Querétaro que ofrecen una gama de servicios para los motores de avión, reparan piezas de motores con la ayuda de tecnologías de última generación y renuevan trenes de aterrizaje, así como equipos hidráulicos.”³⁹

La presencia de la empresa abarca gran parte del país, demandando cooperación:

Nombre de la empresa	Región donde opera
Labinal	Chihuahua
Snecma	Querétaro
Messier-Dowty	
SAMES	
Messier Services	
Globe Motors	Tamaulipas
Safrán México	Ciudad de México
Turbomeca	
Morpho	Querétaro y Ciudad de México

Fuente: Casalet Mónica, “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, Editorial Flacso, México, 2013

³⁸ S/a, “Safran en México”, [en línea], Safran, septiembre de 2016, Dirección URL: <http://www.safran-group.com/country/mexico.html>, [consultado el 02 de septiembre de 2016].

³⁹ *Ibidem*.

Safrán México llegó a Querétaro en 2005, “[...] con el establecimiento de Messier Services y Messier Dowty, inversiones ejecutadas”⁴⁰ más o menos al mismo tiempo en que Bombardier se asentó en la entidad, ya para 2008 se decidió la instalación de otras dos empresas fabricantes de partes de aviones. El caso de Messier Services es muy interesante puesto que fue reubicada de Virginia, Estados Unidos a México en gran medida por la cercanía con los clientes, así como también por la posibilidad de disminuir costos, lo que se traduce en la inexistencia de competencia con países como Canadá, así como otros de América Latina. Por otro lado, tampoco hubo competencia por parte de naciones como India y China, para explicar de forma más concreta las aptitudes y habilidades necesarias para liderar el manejo y creación de conocimiento que México es capaz de realizar, en este caso, se retoman las que están relacionadas con esta empresa.

“La planta da mantenimiento a los trenes de aterrizaje de los aviones, servicio de gran complejidad y precisión. Sus operaciones implican desarmar todo el tren de aterrizaje hasta la última pieza y evaluar cada una de su reparación o sustitución. Se trata de un proceso químico, electroquímico y de maquinado; según nuestro entrevistado, es bastante complejo, además que está muy controlado por las autoridades. Messier, por ejemplo, es una empresa que tiene en promedio una auditoría cada diez o quince días por parte de los clientes y de las autoridades de México, Estados Unidos, Brasil o de Europa.”⁴¹

A pesar de que ésta, así como otras empresas lleguen al país y se gesten, esto no quiere decir que de forma automatizada se desarrollen parques industriales y mucho menos se puede asegurar el poseer un *clúster*, sino que lo que se busca es entender a la industria e ir puliendo las carencias que, como país, como sociedad, como trabajadores o incluso como investigadores se pueden tener dentro de un contexto de un país en vías de desarrollo. A continuación, se citarán tres puntos estratégicos que señala un experto en la industria, entrevistado por Flor Brown-Grossman y Lilia Domínguez-Villalobos, profesoras en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM, en el marco del proyecto de investigación “Fragmentación de la producción e inserción de América Latina y el Caribe en las cadenas globales de producción”, a saber se necesita el desarrollo y fortalecimiento de 3 elementos dentro de una industria aeronáutica mexicana incipiente.

1.- “Falta de capacitación. La llegada de estas empresas al país lejos de atraer una sustancial transferencia tecnológica que incluso permita a la

⁴⁰ *Ibidem*

⁴¹ *Ibidem*.

industria mexicana crear sus propios procesos de producción se limita a estancarse debido a la falta de capacitación técnica de los procesos específicos de la empresa, las cuales son de una tolerancia mínima, puesto que se trata de tecnología de punta, en este sentido no basta con traer nueva tecnología sino que se trata de cumplir un proceso en el cual se le permita al personal tomar partido del uso de la maquinaria y del funcionamiento y organización de la empresa”⁴².

Las empresas preocupadas por el estancamiento de sus inversiones debido a la falta de capacitación de los trabajadores mexicanos, múltiples empresas extranjeras decidieron crear convenios con universidades del extranjero, se buscaba una capacitación masiva, fue en ese momento de búsqueda de alternativas cuando intervino la Embajada de Francia a mediar por las necesidades de los empresarios de la mano de las posibilidades de creación de conocimiento en México.

Lo que se traduciría en un proyecto tangible, una cooperación de triple hélice: Universidad-Empresa-Gobierno, lo cual se puede apreciar en el proyecto de la Universidad Nacional Aeronáutica en Querétaro, se ve plausible incluso que en algún momento se puedan desarrollar los diseños dentro del país, si bien este proyecto es un paso importante para el futuro de la industria en el país, no lo es todo, puesto que aún hay rezagos en tanto a los niveles educativos comparado con el nivel promedio a nivel internacional, el caso de México es paradójico, puesto que si bien mantiene tasas altas de egresados de ingeniería según datos de la UNESCO, la misma falta de un proyecto a bien establecido así como el darle seguimiento al mismo causa que exista una gran cantidad de fuga de cerebros .

2. “Necesidad de la adecuación en las aduanas. Si bien algunas empresas se quejan de la existencia de reglas inadecuadas en las aduanas además de la poca capacidad para funcionar con gran agilidad y el evitar el bloqueo de la entrada de piezas y partes utilizadas por la industria. En este sentido, ya en 2007 se empezaron a tomar medidas, como lo es la reglamentación de las reglas de origen respecto a los productos de esta industria provenientes de América del Norte.
3. Ausencia de una asociación industrial específica. A pesar de que una vez instaladas las empresas en México era necesaria una institución para regular todo aquello referente a la industria, sin embargo, fue bajo la iniciativa de las empresas extranjeras que se empezó a perfilar la figura de una institución de

⁴² Casalet Mónica, “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, Editorial Flacso, México, 2013, p. 147

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

la industria aeronáutica, entre las empresas que se asociaron para crearla fueron: Bombardier, ITR y Safran, el objetivo principal era la credibilidad que se le daría al giro industrial. En noviembre de 2007, se fundó la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial. Actualmente la asociación es un éxito y participan empresas de todo el país y agrupa al 90% de las que exportan”⁴³.

Según el entrevistado del proyecto de investigación que hemos citado previamente, para la formación de instituciones o iniciativas en general referentes a la industria, mucho tienen que ver las relaciones personales, algunos ejemplos son la UNAQ e incluso la FEMIA, lo que ha movilizó a las autoridades federales y estatales e incluso a la Embajada de Francia. “[...] otra muestra de la cooperación en Querétaro fue la alianza estratégica (iniciada en 2008) de nueve empresas con cinco universidades (IPN, UNAM, Tecnológico de Monterrey, UAQ y UNAQ) y tres centros de investigación, caso que será retomado al final de esta investigación.

Safran aprovechó los fondos mixtos del Conacyt para realizar las inversiones necesarias y mediante el Programa de Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación (AERI) del Conacyt fue posible cristalizar la alianza estratégica mencionada, a la que se denominó Red de Investigación e Innovación de la Industria Aeroespacial en Querétaro”⁴⁴ Safran se caracteriza por contar con un conjunto de proveedores, sin embargo, un problema frecuente al que se ven remitidos, una disyuntiva al encontrar proveedores para instalación de procesos y no en manufactura, en esta última, según la fuente anteriormente citada la proveeduría es escasa.

Otro de los múltiples problemas a los que nos enfrentamos es la certificación de las piezas, por tanto, se tienen que importar de Estados Unidos y Canadá, es decir, si se lograra fortalecer este aspecto se mantendría un horizonte más claro acerca de desarrollar una industria cada vez más especializada en el país. México también se encuentra en terreno fangoso respecto a la poca funcionabilidad de los programas implementados por los centros de investigación debido a la falta de visión organizacional.

“[...] por ejemplo, los programas del Conacyt no permiten pedir recursos para la administración del proyecto y, por ende, la gestión del proyecto no es fluida. Esto no es entendible porque todo proyecto tiene que ser administrado. En India, este tipo de programas otorgan 17% para administración y, en Montreal, 12%. La decisión del Conacyt permite que se interprete como una

⁴³ Casalet Mónica, “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, Editorial Flacso, México, 2013, p. 149

⁴⁴ Ibidem.

falta de valoración del trabajo en equipo y, en los hechos, se podría concluir que existe ceguera para el tema de la organización y la administración. Puede resultar que, frente al problema de falta de productividad, se gaste en investigación y desarrollo técnico, cuando lo que se requiere es invertir en desarrollo organizacional, que puede ser más complejo”

La estructura organizacional es un tema sumamente complejo, puesto que es una problemática culturalmente enraizada al comportamiento no sólo de los mexicanos sino de la mayoría de los latinos, algunas de las ideas equivocadas que limitan el crecimiento empresarial en general, son algunas como: “Ser nuestro propio jefe y ser dueño de nuestro tiempo”, sin embargo, la realidad es distinta y a pesar de ser tu propio jefe, algunas veces no se tienen las aptitudes para desarrollarlo. Trabajar con la familia porque son personas de confianza, otro de los mitos es éste, en donde se prevalecen los lazos de consanguinidad y se deja de lado la meritocracia, que al final de cuentas son las aptitudes y capacidades técnicas y de innovación en una persona o un grupo de personas, lo que podría maximizar los beneficios de su desempeño en determinado sector.

2.3 El papel de las ETN con relación a las Pymes

En este subcapítulo, se estudia a la industria aeronáutica en México, pero de forma más específica se ahonda en la correlación de ETNs y Pymes, con el objetivo de analizar la política industrial existente y se busca entender cuál es la estrategia para lograr una absorción del conocimiento e iniciativa innovadora, elementos clave para dotar de un valor agregado al qué hacer de las empresas nacionales, mismo que hemos mencionado a lo largo de esta investigación.

En las últimas décadas el comercio internacional se ha incrementado aceleradamente debido a la fragmentación de los procesos productivos de las empresas transnacionales (ETNs), además de que la producción se organiza globalmente, permeando directamente en un cambio en las fronteras de las empresas, lo que conlleva a un desprendimiento vertical, con la finalidad de buscar proveedores externos. Por lo que, un grupo de países emergentes ha avanzado en la construcción de sus capacidades y ha puesto en marcha ambiciosos programas de atracción de estas empresas, que buscan proveedores externos para el comercio global. Esta fragmentación permite que las transnacionales se especialicen en sus capacidades fundamentales, como el diseño, el desarrollo de productos de tecnología avanzada y en los servicios, mientras que las subsidiarias o empresas locales, Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) en los países en vías de desarrollo, fabrican componentes o complementan procesos de bajo valor agregado.

“El análisis de las Cadenas Globales de Valor, determinan la influencia de la productividad de las empresas en el contexto de las cadenas de suministro internacionales, la forma en que influyen la gobernanza del sector privado y las políticas públicas en el desempeño de la empresa y qué factores o estrategias permiten a las empresas pasar a segmentos de mayor valor de la cadena.”⁴⁵

Las empresas no compiten en su nicho, sino que lo hacen en el mercado global, por lo que el análisis tradicional de la organización industrial debe evolucionar para comprender la complejidad de las cadenas globales de valor (CGV). Marcando una tendencia hacia la subcontratación de codificación del conocimiento y la demanda por estandarizar procesos. Tenemos entonces, a las ETN que cumplen con requisitos técnicos establecidos para dar soporte a la infraestructura de los proyectos aeronáuticos, cuentan con la asesoría de personal experimentado en el desarrollo de esta industria y se ven beneficiadas por las políticas industriales de los países emergentes en busca de Inversión Extranjera Directa. En contraparte, encontramos a las Pymes, éstas pueden interactuar como *clusters* o agrupamientos que participando de manera conjunta pueden tener también una solvencia para la planeación, desarrollo y mantenimiento de un proyecto de alto impacto tanto comercial como industrial.

Un tema central respecto a la relación entre las ETN y las Pymes, es la gobernanza, es decir, la dinámica que desarrollan estos actores económicos entre sí, y su rol dentro de la Cadena Global de Valor y en determinado momento la viabilidad de fomentar un escalamiento económico en donde los actores económicos: las empresas, los trabajadores, los grupos locales (agrupamientos) e incluso las economías nacionales o regionales pasan de actividades de bajo valor a actividades de un valor realmente alto. El grado de dificultad está en identificar las condiciones en las que se puede escalar en la CGV de las actividades básicas de ensamble utilizando mano de obra barata y no calificada a formas más avanzadas de un conglomerado de suministro y manufactura integrada.

Algunas de las áreas de mejora a considerar, para fortalecer las ventajas competitivas de las empresas nacionales y darle mayor valor agregado a los productos o servicios dentro de su participación en la CGV del sector aeronáutico y que pueda impactar su desarrollo en polos regionales enfocados en productos y procesos específicos y acceder a un escalamiento económico, está sustentado en la implementación de políticas públicas que se adecuen al Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeronáutica. De tal suerte, que todos los actores involucrados

⁴⁵ Enrique Dussel Peters, “Cadena Global de Valor, metodología, teoría y debate”, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2018, p.16

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

(empresas, gobierno, instituciones académicas y centros de investigación y desarrollo tecnológico) logren una convergencia homogénea.

“Las empresas locales pueden participar en los mercados globales y de este modo mejorar su productividad, salarios y ganancias, al mismo tiempo que desarrollan habilidades para producir bienes y servicios más sofisticados de proceso, cuando la empresa logra transformar los insumos en productos de manera más eficiente mediante la reorganización de los sistemas de producción o la mejora tecnológica, cuando se incorporan nuevas funciones de mayor valor agregado, como el diseño y la comercialización y se dejan funciones de menor valor como el ensamble e intersectorial, cuando se aplican las competencias adquiridas en determinada industria o sector para transitar a otro nuevo, intensivo en capital y tecnología.”⁴⁶

Derivado de este análisis y en aras de otorgar gran importancia a los procesos de mejora, integrando el enfoque de CGV y el de Sistema de Innovación, enfatizando en la construcción de capacidades de absorción del aprendizaje tecnológico y la innovación y tener como resultado la posibilidad de lograr un escalamiento económico, mediante la participación de “[...]las instituciones relevantes en los Sistemas de Innovación, sin limitarse a las organizaciones formales como universidades, centros de investigación y legislación en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI), sino que también se incluyan a todas aquellas relacionadas con la difusión, la absorción y el uso de innovaciones, así como las normas, hábitos y reglas que configuran las interacciones entre los agentes”.⁴⁷

El proceso de innovación no solo incluye las nuevas tecnologías, sino también las innovaciones de productos y procesos, así como otras formas de innovación no tecnológicas como las desarrolladas en las organizaciones de servicios. El cumplimiento de las normas y características mínimas de seguridad, resulta trascendental, pues se requiere de inversiones superiores en cuestión de estabilidad, resistencia y tecnología para la seguridad de los usuarios finales, e incluso estudios sobre los terrenos que serán usados para el despliegue de las obras, equipos y unidades aéreas.

La convergencia de estos dos enfoques influye en los procesos de aprendizaje e innovación de las empresas de la siguiente forma:

- a) “Proceso de aprendizaje interactivo
- b) Interacción usuario-productor, en el contexto de innovaciones de producto
- c) Escalamiento en proceso y producto
- d) Capacidades de absorción tecnológicas y organizacionales

⁴⁶ Enrique Dussel Peters, “Cadena Global de Valor, metodología, teoría y debate”, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2018, p.68

⁴⁷ *Ibíd.*

- e) Interacciones entre empresas, universidades, centros de investigación e instituciones de ciencia, tecnología e innovación”⁴⁸

A manera de conclusión, deben interactuar estos elementos para lograr que los conocimientos adquiridos por las OEM y Tier 1 puedan ser absorbidos por las empresas proveedoras locales y hacer contrapeso con las habilidades productivas y organizacionales, para incentivar un mayor valor agregado a los productos y servicios nacionales y lograr un escalamiento económico gradual.

2.4 ¿Existe una industria aeronáutica nacional?

Este subcapítulo le da un cierre incluyente a cada uno de los tópicos descriptivos del estatus de la participación de México en la industria aeronáutica y de esta forma se plantea el cuestionamiento de la existencia de una industria aeronáutica nacional *per se*, con la finalidad de entrar en materia del planteamiento de propuestas de adaptación y aprovisionamiento del conocimiento como generador de valor, frente a la etiqueta como país exclusivamente manufacturero.

Entendiendo que la industria nacional, es toda aquella producción de un país, la cual lleva a cabo todo su proceso productivo a cargo de una empresa de origen nacional, y la cual debe ejecutar y controlar las siguientes actividades: (control de producción; control de materiales; control de presupuestos; desarrollo del producto; especialización, etc.) Podemos afirmar que para 1917, poseíamos una industria aeronáutica nacional incipiente, ya que se dio una producción en serie de un artefacto producido por mexicanos. La cual se dinamizó al incursionar en otros ámbitos como el militar o el comercial. “Con el transcurrir de los años, la industria aeronáutica en México pasó de emplearse sólo en demostraciones aéreas para ocuparse en la lucha armada, correo y transportación de periódicos.”⁴⁹ México tuvo un desarrollo de la aviación civil muy similar y a la par del de EE.UU.

Fue el presidente Álvaro Obregón quien otorgó concesiones de navegación aérea para los servicios de transporte aéreo. La leyenda reza que el Tratado de Bucareli (firmado en 1923, y con el cual se buscaba resarcir las pérdidas económicas que los ciudadanos estadounidenses sufrieron durante la revolución mexicana) contenía prohibiciones para que los mexicanos realizarán investigación tecnológica en el campo de la aeronáutica, pero en el texto original no existe cláusula alguna, además

⁴⁸ Enrique Dussel Peters, “Cadena Global de Valor, metodología, teoría y debate”, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2018, p.71

*Se les conoce como think tanks a los grupos de pensamiento, que reúnen a pensadores, investigadores y expertos en diferentes campos, convirtiéndose en aliados a la hora de definir políticas domésticas o internacionales.

⁴⁹ *Ibíd.*

de que el documento fue desconocido por el presidente Plutarco Elías Calles. Sin embargo, la industria creció de forma exponencial, tal como lo expresó El Universal el 12 de octubre de 1928 “México ocupa el segundo lugar en Aviación en América y el quinto a nivel mundial.” Algunos elementos para afirmar esto, fue la creación del Departamento de Aeronáutica Civil y el inicio de la construcción del Aeropuerto Aéreo Central de la Ciudad de México.

A pesar de que México fue uno de los pioneros en la industria aeronáutica, en los últimos sesenta años ha tenido un gran atraso en cuanto a la creación de aeronaves, así como en su manufactura y producción de nuevas tecnologías. Sin embargo, actualmente la industria aeronáutica en México ha tenido un importante dinamismo durante los últimos años, tanto las exportaciones, como otras variables relevantes como el empleo, inversión y Producto Interno Bruto, muestran tasas de crecimiento por arriba del promedio del resto de la industria manufacturera.

Si bien, hay empresas de la industria aeronáutica con antecedentes de operación en México por más de 20 años, es a partir de 2005 que esta industria comienza a despuntar principalmente por la llegada de compañías fabricantes de aviones, conocidas como OEM, así como TIER 1 líderes a nivel mundial, que encontraron en México las condiciones para invertir y mantener los altos estándares de seguridad y calidad, ofreciendo ventajas que lo hacen atractivo para la inversión en manufactura. Registrando un importante crecimiento en los últimos años, alcanzando en 2018 “exportaciones superiores a los 8,500 millones de dólares, según afirmó Francisco Gonzáles Díaz, director de Proméxico.”⁵⁰ Por otra parte, la presencia de empresas de la industria en el país también se ha incrementado de manera considerable, incluyendo a líderes en el mundo de la fabricación de aviones y de partes, que realizan operaciones de manufactura e ingeniería como Bombardier, Honeywell, Grupo Safran, Eaton Aerospace, Goodrich, Industria de Turboreactores (ITR), entre otras.

Cabe destacar que algunas de las compañías que se han instalado en México han visto superadas las expectativas de sus proyectos iniciales, por lo que han anunciado otros más, en algunos casos para realizar actividades y productos más complejos o para la realización de diversos programas de vanguardia en la industria. En este sentido, a la concentración de empresas en el país no se le puede otorgar el atributo de industria aeronáutica nacional, sino que sólo contribuimos a la

⁵⁰ S/a, “Sector aeroespacial, con crecimiento a doble dígito, FEMIA” [en línea] Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Sector-aeroespacial-con-crecimiento-de-doble-digito-Femia-20180207-0027.html>, [consultado el 07 de noviembre de 2018]

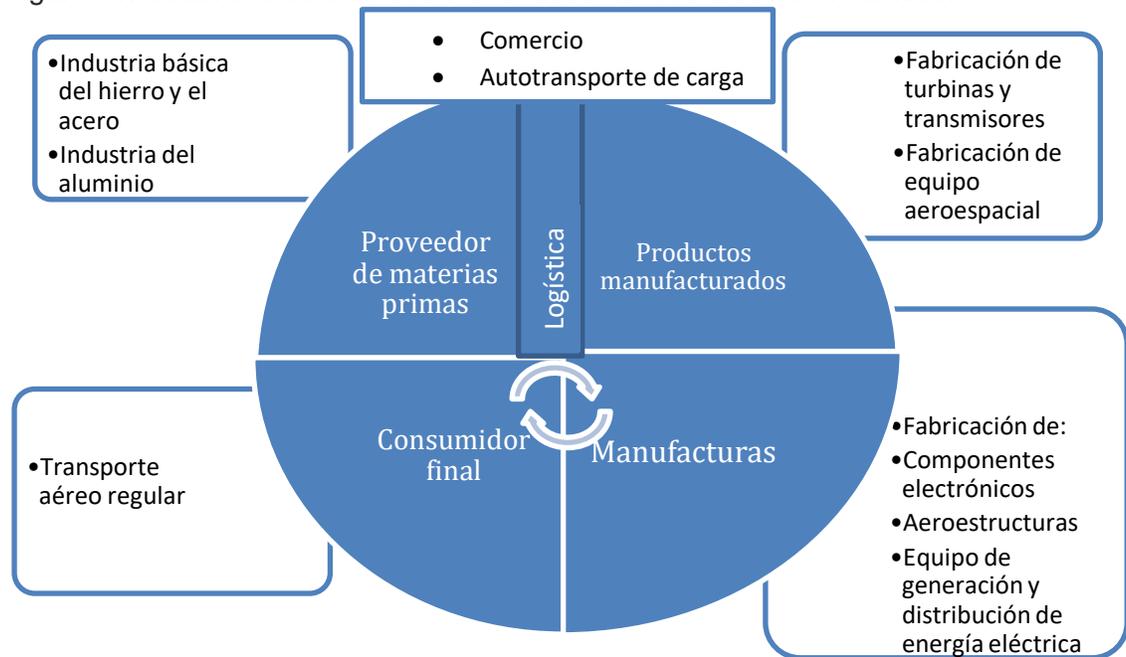
dinamización de la industria a nivel global, y el grueso de las ganancias queda destinado para las empresas “tractor” o de primer nivel y no para las subsidiarias.

No por afirmar que formamos parte de la CGV de la industria aeronáutica, significa que estamos destinados a reproducir actividades de bajo valor agregado, sino que es viable un escalamiento económico a través de una adecuación de la política comercial (TLC-IED) y de la política industrial. Las políticas industriales que toman en cuenta las nuevas realidades de las CGV incluyen medidas tradicionales para regular los vínculos con la economía global, en especial la regulación del comercio, la Inversión Extranjera Directa y la intersección de los actores globales y locales; tomando en cuenta los intereses, poder y alcance de las empresas líderes y los proveedores globales.

En el caso particular de la industria aeronáutica en México, al día de hoy mantiene una política industrial vertical (política industrial que prioriza determinadas industrias o actividades a nivel nacional), a través de los planes estratégicos elaborados por Pro México. La estrategia que se necesita para transitar de una política industrial vertical a una orientada a las CGV, es aquella que priorice el papel de los proveedores globales, puesto que las empresas líderes se basan en proveedores e intermediarios globales para una serie de procesos, insumos especializados y servicios. (véase figura 11) Recientemente, los proveedores también generan el grueso de las exportaciones y de esta forma, servir a diversos clientes va adquiriendo mayor importancia ya que el proveedor desarrolla capacidades competitivas.

Otra característica de la política industrial orientada a la CGV, es el aprovisionamiento global y la especialización en la cadena de valor, se busca especialización en nichos de mayor valor agregado, adecuados a las capacidades existentes, es decir, mejorar la habilidad para definir metas manejables y capturar una mayor proporción de las ganancias de la CGV, en el caso de la industria aeronáutica habría que pasar de la actividad simple a actividades de mayor valor agregado como el diseño y el mantenimiento de las aeronaves para robustecer la idea de hacer efectiva y funcional la transferencia de conocimiento.

Figura 11. Cadena Global de Valor de la industria aeronáutica en México.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Mexicana de la Industria Aeronáutica, “Identificación de Capacidades Tecnológicas Nacionales en la Cadena de Valor del Sector Aeroespacial”.

Dirección URL: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58971/186-](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58971/186-1299_Federaci_n_Mexicana_de_la_Industria_Aeroespacial_C.V..pdf)

[1299_Federaci_n_Mexicana_de_la_Industria_Aeroespacial_C.V..pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58971/186-1299_Federaci_n_Mexicana_de_la_Industria_Aeroespacial_C.V..pdf) , [Consultado el 17 de mayo de 2017]

Este subcapítulo agrupa la esencia misma de todo el segundo capítulo, ya que no sólo es importante analizar la injerencia de las ETN en México y saber en qué región están ubicadas y bajo qué fundamento se asentaron en ciertos estados con previa experiencia en industrias vinculantes. La verdadera importancia de poder analizar la dinámica de la participación de México en la industria aeronáutica, es para plantear estrategias que permitan que nuestro país tenga ventajas competitivas y comparativas para desempeñar actividades de mayor valor agregado, aprendiendo de la experiencia de las ETN y perfeccionando los productos y servicios de acuerdo a sus propias aptitudes. Es por ello que en el siguiente capítulo se materializan las propuestas específicas para adaptarse a esta división globalizada del trabajo.

3. Convergencia de intereses endógenos y exógenos en la industria aeronáutica civil

En este tercer capítulo se plantea cerrar la parte descriptiva y transitar al lado propositivo, en este sentido, dentro del contexto de la internacionalización de los procesos productivos, se hace una confrontación entre los intereses de los actores internacionales involucrados, frente a los nacionales, con la finalidad de crear sinergia a través de una propuesta de mejor adaptación.

Como objetivo central está el planteamiento de cuatro pilares transversales sobre los que se rige una propuesta de adaptación, entre ellos está la formación de capital humano, especialización por servicios y productos de la Cadena Global de Valor, cumplimiento de estándares de calidad y el fortalecimiento de capacidades organizacionales y tecnológicas, elementos complementarios que incentivan el escalamiento económico.

3.1 Internacionalización de la industria aeronáutica en México

En este subcapítulo se explica la relación de flujo de las importaciones y exportaciones, con el objetivo de tener noción de cuál es el origen y destino del grueso de los insumos para la producción y los productos finales, entendiendo cuál es la composición estructural de la CGV y el papel de las empresas mexicanas o las ETN que residen en México, según sea el caso. Y de acuerdo a esta información, congeniar una retrospectiva de cuál es la tendencia productiva en el país y cómo ser copartícipe de transitar a actividades con mayor valor agregado.

La balanza de pagos respecto a la distribución de las importaciones y exportaciones referentes a la industria aeronáutica, destaca que 85.4% de las exportaciones de la industria aeronáutica se realizan con los países que conforman la región de América del Norte y 10.3% a algunos países de Europa Occidental, asecciendo a un monto total de 6.4 miles de millones de dólares. (véase figura 12)

Figura 12. Exportaciones de la industria aeronáutica, 2016



Fuente: Elaboración propia con datos del SAT, SE, BANXICO, INEGI, “Balanza Comercial de Mercancías de México, SNIEG, Información de Interés Nacional”, Dirección URL: <http://www.beta.inegi.org.mx/programas/comext/>, [Consultado el 07 de octubre de 2017]

Mientras que las importaciones de la industria aeronáutica fueron de 5.9 miles de millones de dólares en 2016, siendo EE.UU el cliente principal, con 76.6% del total de las importaciones de esta industria (véase figura 13), manteniendo de esta forma un superavit en la balanza comercial.

Figura 13. Importaciones de la industria aeronáutica, 2016



Fuente: Elaboración propia con datos del SAT, SE, BANXICO, INEGI, “Balanza Comercial de Mercancías de México, SNIEG, Información de Interés Nacional”, Dirección URL: <http://www.beta.inegi.org.mx/programas/comext/>, [Consultado el 07 de octubre de 2017]

El tráfico aéreo es el motor de la industria, para el ensamble y construcción de un avión, se requieren de hasta 6 millones de piezas de diferentes partes del mundo, es por ello que la cadena de suministro de la industria aeronáutica es una de las más globalizadas. De forma complementaria, se analizan los insumos necesarios para desarrollar la industria aeronáutica en México. Algunos de sus productos son los siguientes: estabilizadores, fuselajes, hélices, transmisiones para aeronaves, trenes de aterrizaje y turbinas.

Con base en la siguiente tabla podemos observar, cuáles son las principales piezas que se importan y exportan, entendiendo el comportamiento de las actividades de mayor y menor valor agregado en el país, con la finalidad de analizar cuáles son las áreas de oportunidad para lograr un escalamiento económico, maximizando las habilidades de manufactura, diseño e investigación. (véase tabla 5) Ya que para la fabricación de equipo aeronáutico, actualmente se importa el 65.9% del total de los insumos para llevar a cabo su proceso de producción.

De un total de 206 fracciones que integran esta industria, ocho de ellas son las más importantes, al representar 91.7% de las exportaciones totales y 91.9% de las importaciones. Vale la pena enfatizar en las fracciones arancelarias que están en el capítulo 98 de la TIGIE, donde se ubican todas aquellas mercancías que tienen un trato especial, y que no tienen comparabilidad con las fracciones de otros países.

Tabla 5. Insumos de la industria aeronáutica y la integración de la industria con la economía nacional

Código SCIAN	Actividades económicas	Insumos totales		
		Porcentajes totales	Nacionales	Importados
	Total de insumos	100	34.1	65.9
3364	Fabricación de equipo aeroespacial	43.2	18.8	81.2
3314	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	10.1	94.9	5.1
5613	Servicios de empleo	5.2	100	0
3359	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	3.4	0	100
3336	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisores	3.2	0	100
3353	Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica	3.0	0	100
4841	Autotransporte de carga general	2.4	100	0
3344	Fabricación de componentes electrónicos	2.3	0	100
2211	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	2.1	99.3	0.7
	Resto de actividades	25.1		

Fuente. Elaboración propia con datos del INEGI, “Colección de estudios sectoriales y regionales, conociendo la industria aeroespacial 2018”, Dirección URL:

http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825100872.pdf, [Consultado el 13 de noviembre de 2018]

Para el caso de la industria aeronáutica las fracciones son las siguientes:

- a) La fracción 9806.00.06 Mercancías para el ensamble o fabricación de aeronaves o aeropartes y
- b) La fracción 9806.00.05 Mercancías destinadas a la reparación o mantenimiento de naves aéreas o aeropartes.

Tabla 6. Fracciones arancelarias más importantes de la industria aeroespacial, 2016

Fracción arancelaria	Descripción	Exportaciones	Importaciones
		100.00	100.00
9806.00.06	Mercancías para el ensamble o fabricación de aeronaves o aeropartes, cuando las empresas cuenten con el Certificado de Aprobación para Producción emitido por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte	31.5	34.3
8411.91.01	De turboreactores o de turbopropulsores (Partes de turboreactores o turbopropulsores)	19.4	20.2
8411.99.99	Las demás (Las demás partes para turbinas de gas)	11.7	14.9
9806.00.05	Mercancías destinadas a la reparación o mantenimiento de naves aéreas o aeropartes	9.8	16.5
8544.30.01	Reconocibles para naves aéreas (Juegos de cables y arneses)	6.6	0.2
8803.30.99	Las demás partes de aviones o helicópteros	5.2	1.1
8411.12.01	De empuje superior a 25 Kn (Turboreactores)	4.4	4.0
8803.20.01	Trenes de aterrizaje y sus partes	3.1	0.7
	Resto de las fracciones	8.3	8.1

Fuente. INEGI, “Colección de estudios sectoriales y regionales, conociendo la industria aeroespacial 2018”, Dirección URL: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825100872.pdf, [Consultado el 13 de noviembre de 2018]

Con base en cifras de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, 72% de las empresas del sector en México se dedican a actividades de manufactura y 24% ofrece servicios de diseño, ingeniería, mantenimiento y reparación (MRO). En otras palabras, en México existen alrededor de 330 instalaciones industriales de las cuales 79% son MFG (manufactura), 11% son MRO y 10% son I&D, que en conjunto generan más de 50,000 empleos.

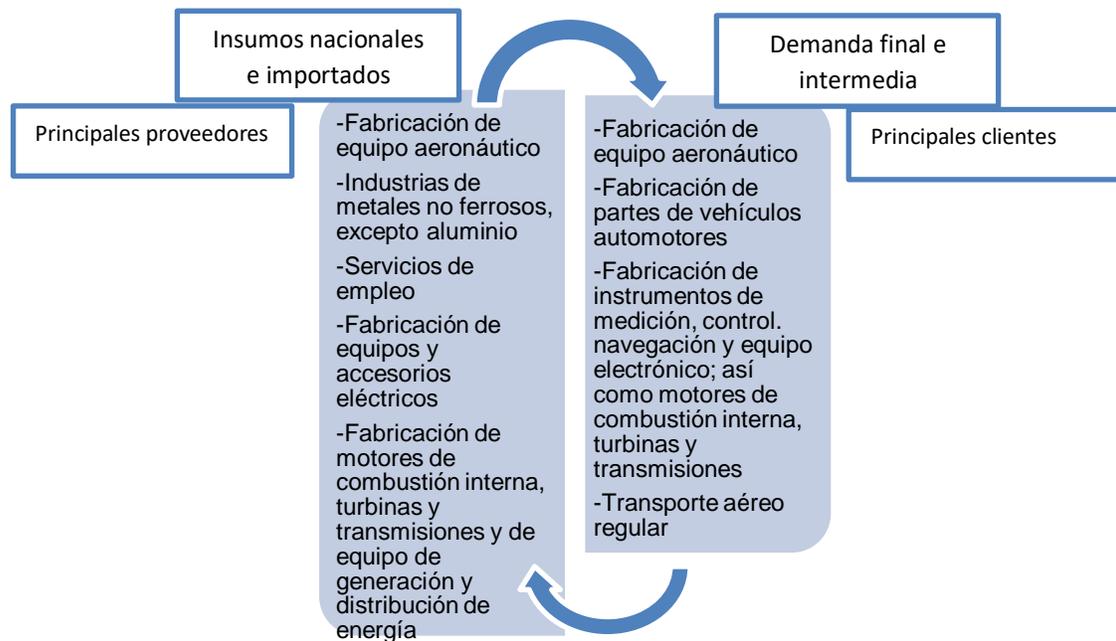
Por lo que se siguen concentrando las actividades al ramo manufacturero, dejando de lado la parte de diseño, ingeniería, mantenimiento, reparación e I&D; mermando las capacidades de desarrollo de tecnología de alto valor agregado con los insumos de la cadena de proveeduría y el desarrollo de talento humano de origen nacional. De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se ve como un objetivo a mediano plazo el trabajar en el desarrollo de la cadena de proveeduría del sector en México, con el fin de integrar más procesos y más productos que ahora son importados de otras partes del mundo.

De acuerdo con la Matriz de Insumo Producto que se presenta a continuación, la fabricación de equipo aeronáutico genera un impacto económico en diversas actividades económicas porque les demanda insumos y les vende sus productos. (véase figura 14). Así mismo, la cadena de proveedores de la industria aeronáutica presenta un desfase, ya que hay una gran cantidad de OEMs y Tier 1, para el tamaño del mercado. Sin embargo, hace falta soporte en los niveles 2 y 3 (refiere figura 4). Presentando áreas de oportunidad a pequeñas y medianas empresas proveedoras de bienes y servicios, las cuales en su mayoría son de origen nacional.

Específicamente el sector metalmecánico es clave en el desarrollo de la proveeduría para la industria aeronáutica en México, en cuanto a requerimientos se refiere “[...] el tema mecanizado es muy importante, considerando que la industria aeronáutica maneja procesos de mecanizado de más de 5 ejes, es decir, de alta precisión. Además de manejarse temas de tratamiento térmico y superficiales muy sofisticados, tales como componentes para sistemas de propulsión, aeroestructuras, componentes de sistema de aterrizaje, partes plásticas, partes de materiales compuestos, ingeniería y diseño”⁵¹ donde el común denominador es contribuir con la mejor tecnología disponible para lograr los mejores resultados, ya que es una industria que demanda altos estándares de calidad.

⁵¹ Mauricio Pineda, “Industria aeroespacial: oportunidades en pleno vuelo”, [en línea] Dirección URL: <https://www.mms-mexico.com/art%C3%ADculos/industria-aeroespacial-oportunidades-en-pleno-vuelo>, [consultado el 16 de octubre de 2018]

Figura 14. Actividades económicas ligadas a la fabricación de equipo aeroespacial



Fuente: Elaboración propia con datos del SAT, SE, BANXICO, INEGI, “Balanza Comercial de Mercancías de México, SNIEG, Información de Interés Nacional”, Dirección URL: <http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/344>, [Consultado el 07 de octubre de 2017]

3.2 El papel de la IED en la industria aeronáutica en México

En este subcapítulo se aborda el elemento de la Inversión Extranjera Directa desde una perspectiva dual, en donde no sea ésta la panacea, sino que exista la posibilidad de creación de capital a través de la transferencia de conocimiento, así como también, la posibilidad de incentivar las relaciones intraempresariales. Se exponen los indicadores de crecimiento de IED a nivel global, así como el flujo de ésta.

La dualidad de los intereses exógenos y endógenos nos permite aplicar el enfoque de “gestión de polaridades” de Barry Johnson, aplicable a cualquier dilema de situaciones opuestas, lo que nos hace “[...] pasar de centrar la atención en un polo como el problema y el otro como solución, a valorar ambos extremos. Una buena gestión de la polaridad obtiene lo mejor de ambos polos, además de que evita los límites de cualquiera por medio de la gestión.”⁵² La gestión se refiere a la alternancia entre uno y otro. La otredad de este enfoque está relacionada con el paradigma del

⁵² Mauricio Pineda, “Industria aeroespacial: oportunidades en pleno vuelo”, [en línea] Dirección URL: <https://www.mms-mexico.com/art%C3%ADculos/industria-aeroespacial-oportunidades-en-pleno-vuelo>, [consultado el 16 de octubre de 2018]

desarrollo endógeno, mismo que enfatiza la importancia de los recursos locales para crear ventajas competitivas.

En este caso en particular, mucho tiene que ver con el intercambio de intereses, tanto para las ETN que buscan abaratar sus procesos productivos y deciden invertir en países estratégicos, así como para las empresas subsidiarias de dichos países seleccionados, que visualizan una gran oportunidad de absorción de conocimiento de las tecnologías desarrolladas, con la finalidad de lograr un escalamiento económico. En este sentido, partiendo de la visión de los impulsos externos, podemos afirmar que la IED generada por las empresas no es una panacea que cura todos los males sino un flujo financiero multifacético, cuyo impacto puede ser positivo, negativo o irrelevante para el crecimiento económico. “La mayoría de los modelos económicos reconocen que la Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) junto con el crecimiento de la fuerza de trabajo y la expansión del capital humano, tienen un papel fundamental en el crecimiento.”⁵³

En este sentido, la composición de la IED no lleva invariablemente a la creación de nuevo capital, los datos de la IED proviene de la balanza de pagos y no de las cuentas nacionales; por lo que la IED no da como resultado inmediato la formación de capital en el país receptor. Por otro lado, si las inversiones de las ETN son más productivas tecnológicamente, se puede hacer un mejor uso de los recursos locales o crear efectos indirectos para la economía en su conjunto, de este modo este capital puede ser más valioso que la inversión nacional.

La IED se considera en ocasiones como una de las maneras en las que el desarrollo puede ser financiado, sin embargo, en lugar de tomar en cuenta el aspecto cuantitativo, los responsables de elaborar las políticas públicas tienen que priorizar los aspectos cualitativos, en atención a que la IED puede lograr un papel protagónico en el desarrollo económico, si las ETN contribuyen a la transformación real de las economías. A manera de resumen, una inyección de IED puede contribuir a crear capital intangible, partiendo de dos vertientes para que la IED tenga un impacto positivo y transformador.

1.- “La primera es que las empresas internacionales puedan ser partícipes de la transferencia tecnológica y el desarrollo de habilidades, tanto de manera directa como indirecta.

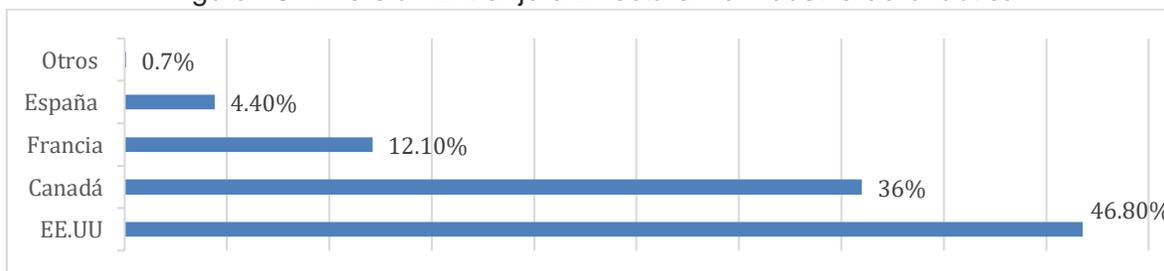
⁵³ Enrique Dussel Peters, “Cadena Global de Valor, metodología, teoría y debate”, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2018, p.111

2.- La segunda es que la IED puede ayudar a establecer redes entre empresas locales y globales y de este modo alentar la integración de cadenas de valor y aumentar la exposición a desarrollos internacionales.”⁵⁴

En este mismo orden de ideas, los supuestos anteriormente referidos confirman la necesidad de políticas específicas de atracción de IED y desarrollo de capacidades locales, un claro ejemplo es la integración en las CGV. Ya que adicional a la integración de una empresa trasnacional con las cadenas globales de valor, es posible que las empresas locales escalen con la existencia de una cadena de valor de este tipo, explotando las capacidades locales y estimulando las capacidades que logren atraer mayor inversión. Es de suma importancia hacer énfasis en las habilidades desarrolladas, ya que, si las empresas locales no tienen la capacidad de responder a las demandas de las empresas trasnacionales integradas, cumpliendo con cantidades y calidades, tanto de los procesos como del producto, hasta llegar a la especialización sectorial de una economía, fomentando IED focalizada, limitan la posibilidad de un escalamiento económico.

En otro orden de ideas, al analizar el tema a una escala macro, el mayor flujo de Inversión Extranjera Directa para la industria aeronáutica, proviene de la región de América del Norte, con un porcentaje acumulado del 82.8%, mientras que España y Francia representan el 16.5%. (véase figura 15). Lo que se traduce en que el flujo comercial con mayor dinamismo es el mercado de Norte América. Esta región es la que más ha invertido en México con relación al desarrollo de esta industria, la cual “ha recibido un total de 3, 285 millones de dólares por concepto de IED, comprendido en el periodo 1999-2017”⁵⁵.

Figura 15. Inversión Extranjera Directa en la industria aeronáutica



Fuente: Elaboración propia con datos de SAT, SE, BANXICO, INEGI, “Balanza Comercial de Mercancías de México, SNIEG, Información de Interés Nacional”, Dirección URL: <http://www.beta.inegi.org.mx/programas/comext/>, [Consultado el 07 de octubre de 2017]

⁵⁴ *Ibidem*.

⁵⁵ S/a, “Colección de estudios sectoriales y regionales, conociendo la industria aeroespacial”, [en línea], Secretaría de Economía, Dirección URL: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825100872.pdf, [consultado el 15 de octubre de 2018]

México está posicionado como séptimo proveedor de la industria aeronáutica en Estados Unidos, incluso pese a los fenómenos macroeconómicos que pudieran generar incertidumbre en el mercado, dando pauta a un panorama positivo. Con relación a proyectos de Inversión Extranjera Directa con el sector aeronáutico, dentro del periodo comprendido de 2009 al 2015, Estados Unidos se mantuvo a la cabeza a nivel global, captando 121 proyectos, seguido de Reino Unido (75), México (60), China (59), India (59), Emiratos Árabes Unidos (43), Singapur (42), Canadá (35), Francia (27) y Brasil (25).

Los principales destinos de la IED de México en el sector son: Querétaro con el 46.6%, Baja California con el 13.6% y Chihuahua con el 12.1%. La inversión se destina para la fabricación de aeronaves civiles y de negocios con 28%; la fabricación de otros componentes con 9%, la fabricación de cables y componentes eléctricos con 8% y el resto con 55%. Es tal el dinamismo de la industria, que para el 2015 la fabricación de equipo aeroespacial (rama 3364 del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte SCIAN) aportó 0.70% del Producto Interno Bruto (PIB) de la Industria Manufacturera, según datos de Pro México.

3.3 Estrategia basada en cuatro pilares transversales

Las estrategias que logran dinamizar una economía nacional, están sustentadas en decisiones de Estado a través de la implementación de políticas de desarrollo productivo. En este subcapítulo se presenta una propuesta con base en cuatro puntos transversales para dinamizar la industria aeronáutica en México, aprovechando nuestra experiencia en procesos de manufactura simples e intermedios, para lograr optimizar esta industria de alta tecnología y especialización. Se seleccionaron cuatro pilares transversales, en atención a que debe ser una estructura con bases sólidas, la cual responda a las necesidades y adecuaciones reales que se pudieran implementar para lograr un escalamiento económico y conseguir un mayor valor agregado a los productos y servicios derivados de esta industria.

A continuación, se enuncian una serie de elementos vinculados a la participación conjunta entre las OEM, las empresas subsidiarias, el gobierno federal y estatal, los centros de investigación y las universidades; de las cuales retomaremos más adelante los puntos nodales de dicha estrategia:

I. Desarrollo de capital humano necesario:

1. Impulso a la formación de capacitación, especialización y asistencia técnica para el desarrollo de especialistas en sus diferentes niveles en el sector aeronáutico.
 - 1.1 Desarrollo de programas conjuntos entre los diferentes actores
 - 1.2 Desarrollo de carreras técnicas especializadas
 - 1.3 Formación de recursos humanos
 - 1.4 Vínculo entre la academia y la industria

Como primer pilar, se propone dar mayor atención al capital humano formado en, universidades públicas y privadas, centros de investigación tecnológica y de innovación y bachilleratos tecnológicos con especialidad en la industria aeronáutica. Porque derivado de la capacidad de respuesta a la demanda de las empresas tractor, se verá reflejado mediante la captación de IED en un sector manufacturero de alta especialización tecnológica y de innovación, lo que, a su vez, impactará directamente en la creación de empresas de base tecnológica que permitirán la incorporación del personal capacitado, así como ser un vínculo directo entre las EBT y las OEM.

En algunos casos el capital humano capacitado, decide crear su propia empresa, aprovechando los conocimientos adquiridos, este caso de emprendimiento lo ahondaremos más adelante, en el desarrollo del primer pilar. La creación de pymes que han sido objeto de la transferencia de conocimiento de las empresas transnacionales y que posteriormente presentan experiencia en el sector, se posicionan como un factor positivo, ya que facilitan la integración de las pymes a la cadena global de valor. Algunos elementos útiles son las relaciones cliente-proveedor, los procesos de demostración imitación y la movilidad de los empleados altamente capacitados.

II. Especialización por servicios y productos de la cadena global de valor:

1. Definición de los nichos de México en la cadena de suministro y redes de innovación globales (especialización de país) e identificar los polos de competitividad vinculados.
2. Participación en proyectos y programas internacionales (proyectos estratégicos)
3. Contar con una cadena de proveedores desarrollada e integrada
 - 3.1 Desarrollo de proveedores nacionales
 - 3.2 Atracción de inversiones estratégicas para complementar la cadena (alianzas estratégicas, joint ventures, etc.)
 - 3.3 Desarrollo de nuevos materiales

4. Enfoque integral del ciclo completo de vida del producto; diseño, ingeniería, manufactura, acondicionamiento y reparación
5. Desarrollo por clusters actuales y nuevos
 - 5.1 Identificación y desarrollo de vocaciones regionales: MRO, defensa, ensamble, motores, partes y componentes.
 - 5.2 Atracción de proveedores estratégicos
 - 5.3 Colaboración entre OEMs y TIERs 1
 - 5.4 Esquema de colaboración industria privada/ gobierno federal/ gobiernos estatales/ universidades y centros de investigación e innovación tecnológica
 - 5.5 Explorar fuentes de proveeduría en otros países
 - 5.6 Desarrollo e implementación de esquemas robustos de logística, normatividad y cumplimiento.
 - 5.7 Desarrollo e implementación de esquemas de financiamiento para inversión en maquinaria y equipo.
6. Facilitar la internacionalización de empresas establecidas en México y atracción de inversiones estratégicas (IED, IEN, *joint ventures*, alianzas estratégicas, *venture capital*, etc.)
7. Especialización por servicios o productos de la cadena global de suministro
8. Desarrollo de infraestructura

Como segundo pilar, se propone dinamizar la especialización por servicios y productos de la cadena global de valor, para responder a la demanda y así mismo hacer una retrospectiva de los productos que se elaboran en el país actualmente, de acuerdo a las necesidades de las OEM y los productos que con personal capacitado y el aprovisionamiento nacional de los insumos, se pueden lograr elaborar; así como los servicios de alta especialización técnica y tecnológica que se pueden prestar a los clientes cautivos.

Priorizando la innovación, a través de una red de interacciones continuas con otros actores en el territorio, en donde los procesos de innovación no sólo parten de las nuevas tecnologías, sino también las innovaciones de productos y procesos, así como otras formas de innovación no tecnológica, como las desarrolladas en los prestadores de servicios, entendiendo que los procesos de aprendizaje e innovación están estrecha y socialmente ligados y deben ser entendidos como resultado de la interacción.

III. Cumplimiento de estándares de calidad

1. Aprendizaje y creación de capacidades
2. Cumplimiento de requisitos del sistema de gestión de calidad
 - Cumplimiento con el requerimiento de ISO 9001:2000
3. Relaciones comerciales intraempresariales más robustas

4. Apoyo gubernamental y organizacional para la certificación de pequeñas y medianas empresas

Como tercer pilar, se propone una adaptación de forma más eficiente al cumplimiento de las normas de calidad, debido a que los productos aeronáuticos están sometidos a muy altas exigencias en temas de calidad, fiabilidad y mantenimiento, debido a las condiciones de operación de los mismos, puesto que un error en esta industria podría ser fatal, lo que se traduce en que la certificación de calidad en el sector sea una de las más exigentes en el ámbito industrial, ya que esta parte se puede tornar como un impedimento sustancial para limitar las relaciones comerciales entre los diferentes niveles organizacionales de las empresas involucradas en la industria. Actualmente, las oportunidades de inversión para la industria aeronáutica en México se centran en completar el ciclo terminal de una aeronave, así como atraer pequeños y medianos proveedores que estén asignados a programas específicos. Ya que gran número de empresas subcontratistas de otros rubros se están concentrando en la industria aeronáutica debido al despunte en su crecimiento en la última década, crecimientos anuales superiores al 15%.

Las empresas armadoras demandan cada vez más calidad y diseño, pero sobre todo seguridad en los procesos y servicios desarrollados. Según el tipo de producto que se fabrique, debe cumplir con las normas de procesos especiales de acuerdo a que indique la National Aerospace & Defense Contractors Accreditation Program (NADCAP). Aquellas empresas que deseen hacerse de algún cliente importante deberán certificarse bajo la norma AS 9100 y NADCAP, según sea necesario.

IV. Fortalecimiento de capacidades organizacionales y tecnológicas, para enfatizar una estrategia homogénea.

1. Implementación de centros de desarrollo tecnológico específicos para la industria, con participación del sector industrial

1.1 Por *clusters* y commodities

1.2 Desarrollo de nuevas áreas tecnológicas y producción de manufactura propia de comercialización

1.3 Desarrollo de I & D relacionado con la industria

1.4 Vinculación entre actores (Centros de Desarrollo Tecnológico, universidades y CONACYT) como soporte de los proyectos de la industria aeronáutica.

1.5 Extender mecanismos para el desarrollo de proyectos conjuntos (industria, academia y gobierno)

1.6 Desarrollo de infraestructura local para certificaciones

2. Desarrollo de avión con alto contenido tecnológico nacional

3. Desarrollo de nuevos materiales compuestos

Y como cuarto pilar, se propone fortalecer las capacidades organizacionales y tecnológicas con la finalidad de enfatizar una estrategia homogénea o bien integrada, mediante la aplicación y desarrollo de capacidades y acceso a recursos innovadores para tener una posición competitiva para cualquier empresa o una nación, y de este modo fomentar y gestionar el cambio tecnológico para la creación de capacidades dentro de las empresas.

3.3.1 Formación de capital humano

Un factor central para el crecimiento de cualquier sector industrial es la disponibilidad de capital humano respecto a los niveles de especialización, capacidades y competencias, con el fin de que sea rentable, sustentable y competitivo, esto aplica en especial en una industria de alto nivel de especialización tecnológica, por lo que se torna estratégico desarrollar esta actividad en el sector.

Las ETN trasladan a los países emergentes segmentos de su cadena de producción cada vez más pequeños, realizados por trabajadores que requieren conocimiento y control de los procesos productivos. Según el Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial (SE 2012), la cadena global de valor de esta industria se divide en varios segmentos. (véase figura 16)



Fuente: Elaboración propia con datos de la SE, “Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial”.

La oferta educativa anteriormente citada se refiere a las carreras específicas para la fabricación de equipo aeronáutico, pero esta actividad requiere otro tipo de carreras que pueden servir también a otras actividades económicas. Para ejemplificar, retomaremos las 48 carreras técnicas que ofrece el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), las cuales están agrupadas en siete áreas de formación ocupacional, impartidas a nivel nacional en 308 planteles. (véase tabla 7)

<i>Tabla 7. Oferta educativa para la industria aeroespacial ciclo 2016-2017</i>	
<i>Entidad Federativa</i>	<i>Licenciatura y Técnico Superior Universitario</i>
Baja California	-Ingeniería en Aeronáutica -Licenciatura en Ingeniería Aeroespacial -TSU en Manufactura Aeronáutica- Área Maquinado de Precisión
Chiapas	-TSU Piloto Aviador
Chihuahua	-Licenciatura en Ingeniería Aeroespacial -Ingeniería en Aeronáutica -Licenciatura en Dirección y Administración de Aeropuertos y Negocios Aéreos
Ciudad de México	-Ingeniería en Aeronáutica
Estado de México	-Ingeniería en Aeronáutica -TSU en Mantenimiento Aeronáutico, área Aviónica
Guanajuato	-Ingeniería en Aeronáutica
Hidalgo	-Ingeniería en Aeronáutica
Jalisco	-Licenciatura en Ciencias Militares Piloto Aviador
Nuevo León	-Ingeniería Aeronáutica
Puebla	-Licenciatura en Ingeniería Aeroespacial
Querétaro	-Ingeniería Aeronáutica en Manufactura -Ingeniería en Diseño Mecánico Aeronáutico -Ingeniería en Electrónica y Control de Sistemas de Aeronaves -TSU en aviónica -TSU en Mantenimiento Aeronáutico, área Aviónica -TSU en Mantenimiento Aeronáutico. Área Planeador y Motor -TSU en Mantenimiento de Aeronaves TSU en Manufactura Aeronáutica, área Maquinado de Precisión
Sonora	-Ingeniería en Manufactura Aeronáutica -TSU en aeronáutica -TSU en Manufactura Aeronáutica, área Maquinado de Precisión
Veracruz	-Ingeniería en Ciencias Aeronavales

Fuente. Elaboración propia con datos de la ANUIES

La deslocalización de las actividades productivas, se ha acentuado en las últimas tres décadas por la liberación de las economías y su formalización en tratados de integración económica y será a partir de este momento en el cual los procesos productivos se harán más complejos e interpondrán nuevas formas de relación entre el capital y el trabajo.

La industria aeronáutica caracterizada por sustentarse en procesos productivos de un alto valor agregado, tiende a convertir estos procesos productivos en derrama de conocimiento, conectando a las economías locales. Para el caso de México, la capacitación se da principalmente en actividades de manufactura, mantenimiento y reparación; en donde los trabajadores pueden recibir ésta a través de las tecnologías de la información y comunicación tradicional, pero también de la telerobótica y telepresencia. Lo que permite la transferencia de ideas y conocimientos, rescatando saberes acumulados y los que van surgiendo de la práctica productiva y la competencia. El personal logra absorber el conocimiento transmitido por las OEM empleadoras y gracias al buen desempeño de nuestros connacionales, se logra la movilidad de los empleados altamente calificados,

quienes al cambiar de empleo o al crear su propia empresa, llevan intrínseco el conocimiento adquirido por la OEM.

El surgimiento de pymes tecnológicas vinculadas a CGV es un fenómeno relativamente reciente en México. Aunque su alcance es incipiente, durante las últimas dos décadas se tiene registro de varios casos de inserción exitosa en segmentos de alto valor agregado, en particular en regiones con fuerte presencia de ETN. Partiendo de la hipótesis de Oscar F. Contreras y Mariel García de la existencia de dos patrones diferenciados para la inserción y escalamiento de pymes intensivas en conocimiento en las CGV:

“[...] Uno de ellos es resultado de la derrama tecnológica de las ETN y del aprendizaje interactivo de las pymes con las ETN, proceso en el que los desprendimientos tipo spin-off juegan un papel importante y el otro es resultado de la maduración de algunos Sistemas Regionales de Innovación (SRI) en México, que han creado los entornos adecuados para que surja una nueva generación de empresas endógenas, de base tecnológica e intensivas en conocimiento.”⁵⁶

Para lograr la integración de mecanismos de entrada al mercado, los procesos de construcción de capacidades tecnológicas, la innovación y el escalamiento económico, recaen en gran medida en las políticas capaces de tomar en cuenta las trayectorias productivas regionales y estimular sus articulaciones con los mercados globales, sin perder de vista las capacidades, necesidades y potencial de los actores locales.

México ha formado técnicos e ingenieros aeronáuticos desde 1937. En la actualidad hay 21 instituciones educativas que ofertan 52 programas de educación aeroespacial, cubriendo cursos básicos, bachillerato, carrera técnica, técnico-superior universitario, licencias profesionales, licenciatura e ingeniería (principalmente aeronáutica y aeroespacial): (véase tabla 8)

<i>Tabla 8. CONALEP, Oferta Educativa Nacional, ciclo escolar 2016-2017</i>		
Producción y Transformación	Mantenimiento e Instalación	Electricidad y Electrónica
Control de Calidad	Mantenimiento de Motores y Planeadores	Electricidad Industrial
Máquinas Herramienta	Laministería y Recubrimiento de las Aeronaves	Mantenimiento de Sistemas Electrónicos
Metalmecánica	Mantenimiento de Sistemas Automáticos	Sistemas Electrónicos de Aviación
Metalurgia	Electromecánica Industrial	Mecatrónica

⁵⁶ Enrique Dussel Peters, “Cadena Global de Valor, metodología, teoría y debate”, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2018, p.77

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

Producción y Transformación	Mantenimiento e Instalación	Electricidad y Electrónica
Plásticos	Motores a Diesel	
Productividad Industria	Autotrónica	
Química Industrial		

Tecnología y Transporte

Salud

Contaduría y Administración

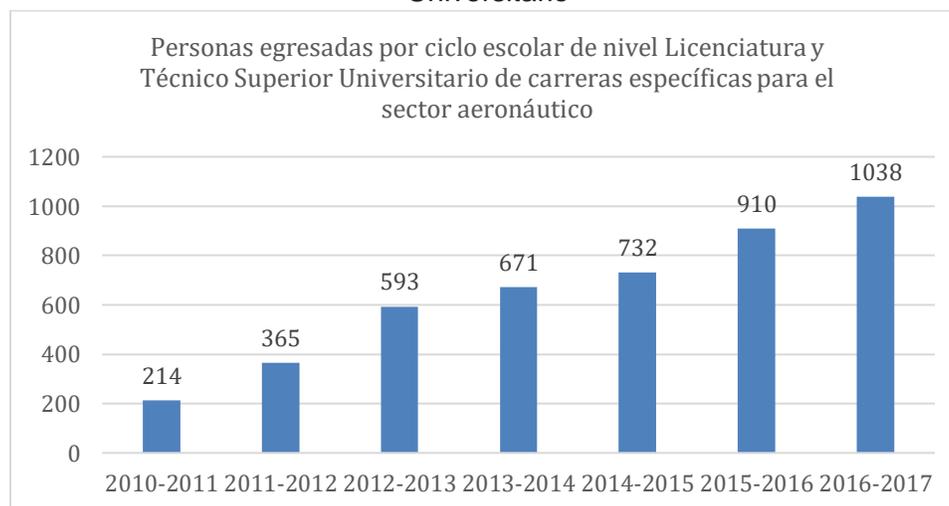
Turismo

Fuente. Elaboración propia con datos de CONALEP

En los últimos ciclos escolares egresaron 4,523 personas de carreras específicas para el sector aeronáutico. De este total 82% fueron de licenciatura y el 18% restante fueron de nivel Técnico Superior Universitario. La oferta educativa permite que nuestros connacionales tengan una inserción a la vida laboral de las OEM, TIER 1 o TIER2, satisfaciendo la demanda de estas empresas y desarrollando de mejor manera las actividades que contribuyen a la fragmentación de la Cadena Global de Valor, por lo que desarrollar carreras universitarias y técnicas relacionadas a la industria en regiones estratégicas del país, es sólo el punto de partida de una estrategia de escalamiento económico para ofrecer productos y servicios con un mayor valor agregado.

En la siguiente gráfica podemos ver como en 7 años el número de egresados de nivel licenciatura y TSU afines a carreras específicas para el sector aeronáutico ha tenido una tasa de crecimiento del 385%, debido a la gran demanda de personal especializado y de la generación de programas de estudio y carreras vinculadas a la industria, en diferentes instituciones educativas del país.

Figura 17. Personas egresadas por ciclo escolar de nivel Licenciatura y Técnico Superior Universitario



Fuente: Elaboración propia con datos de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)

En la tabla que presentaremos a continuación se muestra la relación entre el número de unidades económicas de manufactura y MRO aeroespacial, la Inversión

Extranjera Directa de manufactura y MRO aeroespacial y el número de egresados de la licenciatura en Ingeniería, manufactura y construcción:

Tabla 9. Mapa de inversión de la industria aeronáutica en México

Estado	Número de unidades económicas de manufactura y MRO aeroespacial	Estado	Inversión Extranjera Directa en manufactura y MRO aeroespacial 2016	Estado	Egresados de Licenciaturas en Ingeniería, Manufactura y Construcción
Chihuahua (1°)	41	Baja California (1°)	79.7	Estado de México (1°)	14,919
Sonora (2°)	30	Chihuahua (2°)	46.8	Ciudad de México (2°)	13,753
Ciudad de México (3°)	30	Sonora (3°)	46.8	Veracruz (3°)	12,068
Baja California (4°)	30	Nuevo León (4°)	16.8	Puebla (4°)	7,978
Querétaro (5°)	16	Tamaulipas (5°)	10.6	Jalisco (5°)	7,319
Coahuila (6°)	15	Querétaro (6°)	8.7	Nuevo León (8°)	5,748
Nuevo León (7°)	13	San Luis Potosí (7°)	5.7	Chihuahua (10°)	5,128
Quintana Roo (8°)	13	Durango (8°)	1.9	Sonora (14°)	4,035
Estado de México (9°)	12	Jalisco (9°)	1.0	Querétaro (15°)	4,001
Sinaloa (10°)	12	Yucatán (10°)	0.8	Baja California (19°)	3,328

Fuente. Elaboración propia con datos de DENUE, INEGI 2017 y de ANUIES, ciclo escolar 2016-2017

Con base en la tabla anterior, podemos inferir que existe una relación consistente entre la IED focalizada en manufactura y MRO aeroespacial con relación al número de unidades de manufactura y MRO aeroespacial, en donde destaca que las agrupaciones de la industria aparecen dentro de las primeras posiciones tanto en IED como en creación de unidades especializadas, respecto a lo que a estos dos rubros se refiere. Sin embargo, la formación de capital humano de egresados de licenciaturas afines a la industria aeronáutica no proviene de los estados pertenecientes a los agrupamientos, sino de los estados más poblados y con mayor número de egresados a nivel licenciatura, en general. México está entre los diez países donde más ingenieros se gradúan cada año, de acuerdo con datos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

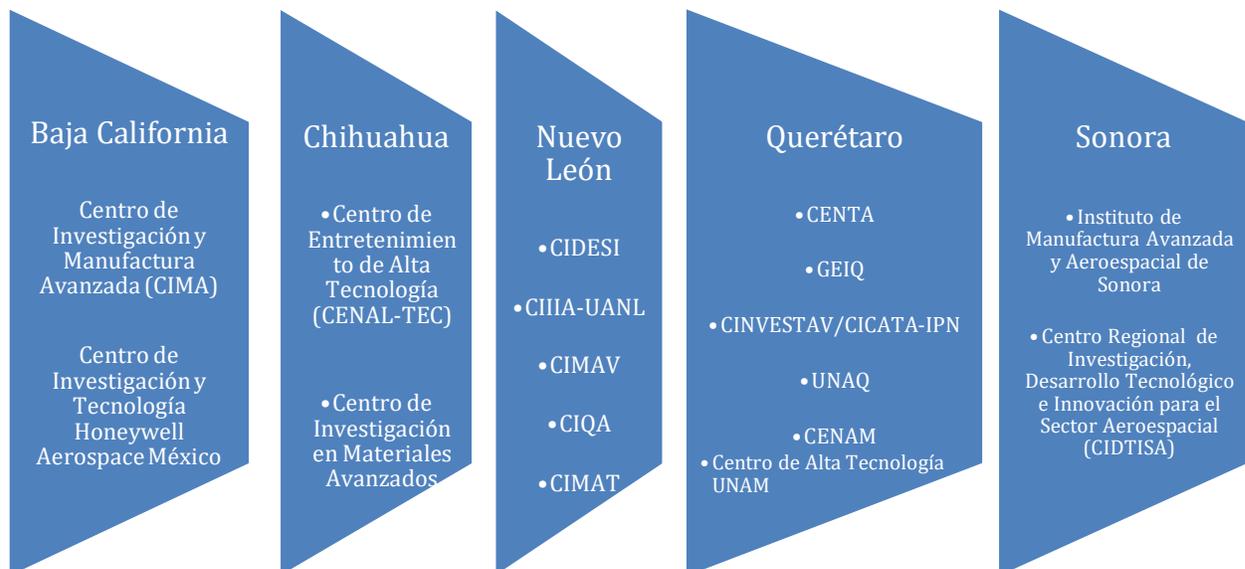
El 23% de los alumnos de licenciatura o programas de técnico superior universitario se gradúan en el campo de la ingeniería, manufactura y construcción. Si bien la oferta cubre de manera general la demanda de personal del sector, es necesario retomar el análisis de las necesidades de habilidades que demanda la industria para adecuar y mejorar la calidad de la oferta educativa, además es sumamente importante fortalecer los programas de inglés de las instituciones de educación media superior y superior.

“Actualmente, la edad promedio de los trabajadores de la industria aeronáutica en EE. UU es de 46 años y 30% tiene más de 55 años; es decir, en 5 años uno de cada 3 trabajadores en el sector podrá optar por su jubilación. México, con más de 130,000 graduados cada año en áreas de manufactura e ingeniería, podría consolidarse como el factor rejuvenecedor de Norte América.”⁵⁷

El desarrollo de esta industria en el país dependerá de la capacidad para enfocarnos en nichos productivos de alto valor agregado, gracias al impulso en los centros de investigación en las regiones estratégicas. De esta forma se propone la formación de capital humano para la ingeniería, diseño e investigación mediante infraestructura. Con la finalidad de apoyar a las pequeñas, medianas y grandes empresas del sector, para incrementar su capacidad de desarrollo industrial y tecnológico. Se busca potenciar la relación entre industria y academia, mediante la prestación de servicios especializados, estancias de académicos, las aportaciones de expertos industriales y asesorías en el marco de proyectos de innovación y desarrollo.

En la siguiente figura, se muestran los principales centros de investigación en las 5 regiones estratégicas:

Figura 18. Centros de Investigación Científica, Tecnológica y de Innovación en Aeronáutica



Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Mexicana de la Industria Aeronáutica, “Identificación de Capacidades Tecnológicas Nacionales en la Cadena de Valor del Sector Aeroespacial”.

⁵⁷ Armando Cortés Galicia, El economista, “La industria aeroespacial: una nueva oportunidad de desarrollo para México”, [en línea] Dirección URL: <https://www.economista.com.mx/opinion/La-industria-aeroespacial-una-nueva-oportunidad-de-desarrollo-para-Mexico-20180711-0143.html> [consultado el 04 de octubre de 2018]

A manera de resumen, se puede argumentar que aún no se ha logrado un trabajo conjunto entre el gobierno nacional o regional, las ETN y el sector académico. Por lo que se propone enfatizar en el desarrollo de la triple hélice, el cual está sustentado en la participación conjunta entre las universidades y los centros de investigación, los cuales se involucran en proyectos financiados por el sector privado con la finalidad de incentivar el uso de la tecnología para desarrollar mejores productos y aplicar conocimiento e innovación para dinamizar los procesos productivos.

En otro orden de ideas, el rol del gobierno es financiar la investigación, prestar servicios de *outsourcing* a las empresas privadas, iniciativas de desarrollo regional que den sustento al desarrollo de parques tecnológicos que encaminen a la formación de clústeres. Aunando a lo anteriormente descrito, es copartícipe el Sistema de Innovación Regional mediante la interacción de actores económicos estratégicos, organismos públicos e instituciones privadas para generar, divulgar y usar el conocimiento.

3.3.2 Especialización por servicios y productos de la cadena global de valor

Se estima que el mercado de aviación comercial (aviones de más de 100 asientos) en los próximos 20 años representará un valor de 4.5 billones de dólares (aproximadamente 3 veces el PIB mexicano), del cual el 70% corresponde al valor de la proveeduría. México representa aproximadamente el 5% de la proveeduría mundial; si se llegara a cubrir el 10%, el país tendría un potencial exportador de 300 mil millones de dólares en un periodo de 20 años. Para crear condiciones de largo plazo que permitan impulsar actividades con mayor contenido tecnológico y valor agregado, se requiere impulsar acciones orientadas al fortalecimiento y desarrollo de la cadena de proveedores de la industria, del capital humano y del desarrollo tecnológico y organizacional.

El punto anterior respecto a la formación de capital humano tanto en el ámbito académico como productivo, está estrechamente ligado con las necesidades que demanda la industria aeronáutica a nivel global, es por ello que la especialización por servicios y productos de la cadena global de valor, de acuerdo a las capacidades productivas desarrolladas en nuestro país, se torna una pieza clave. En primer lugar, por el lado de la oferta, no existe información confiable sobre la base de proveeduría nacional, es decir, las empresas OEM y Tier 1, no tienen conocimiento sobre las capacidades de producción de las empresas locales en términos de procesos y productos, lo que a su vez explica la poca integración de contenido nacional en las exportaciones del sector.

Así mismo, no se cuenta con información actualizada y detallada, presente y futura, sobre la demanda de procesos y productos de las empresas OEM y Tier 1 instaladas en el país. Es necesario integrar información de volúmenes por OEM y Tiers por capacidades de demanda que permita generar un agregado de volumen y valor de

lo que las OEM y Tiers están en posibilidad de transferir a México. Si bien, la mayoría de las empresas OEM y Tier 1 más importantes a nivel mundial tienen presencia en México, esto no ha conducido a la eventual relocalización de su base de proveeduría en nuestro país. La falta de conocimiento del mercado local podría ser una barrera importante para la atracción de nuevas inversiones, así como la falta de estímulos y apoyos que respondan adecuadamente al perfil de cada empresa.

A continuación, se expone el modelo de negocio de la industria aeronáutica, caracterizado por:

- a) “Largos periodos de maduración de los proyectos: Pueden pasar hasta diez años antes de que una empresa genere utilidades, por lo que las empresas de nueva creación deben contar con la solvencia y solidez financieras necesarias para soportar largos periodos antes de percibir retornos a la inversión. La falta de conocimiento del sector entre las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) mexicanas hace que éstas generen expectativas de ganancias en el corto o mediano plazo que el sector no puede ofrecer. Sin embargo, una vez que las empresas logran tener contratos con las OEM y Tier 1, tienen garantizada la compra de sus productos hasta por un periodo de 35 años, que es la vida promedio en producción de los diferentes modelos de aeronaves.
- b) Volúmenes bajos de compra y alta diversidad de números de parte: La industria se caracteriza por requerir volúmenes bajos de compra a comparación de otros sectores manufactureros, como el sector de autopartes. Los bajos volúmenes hacen poco rentable la inversión en el desarrollo de procesos.
- c) Decisiones sobre comprar y proveeduría a nivel corporativo: Al tomarse las decisiones de compra directamente en los corporativos de las empresas OEM y Tier 1, es más difícil para las empresas locales obtener contratos con las empresas ya instaladas en México.
- d) Relaciones comerciales basadas en la confianza: En última instancia, la seguridad de los pasajeros está respaldada por una cultura de calidad y en la confianza de cero fallas desde el primer eslabón de la cadena de proveeduría, que parte del cumplimiento estricto de los estándares de calidad

internacional propiamente certificados. Esta cultura debe ser entendida y asimilada por las empresas que deseen ingresar al sector.”⁵⁸

Tomando estas características en consideración, el perfil de los empresarios que desean invertir en la industria, deben contemplar:

- a) “Capacidad financiera: Para soportar inversiones en equipamiento, capacitación de empleados y certificación de calidad y de procesos por periodos de hasta cinco años antes de ejecutar la primera venta. En esta etapa son cruciales los apoyos para certificación y recertificación, así como los programas de financiamiento de largo plazo.
- b) Habilidades de planeación: A largo plazo, cotizaciones oportunas, respeto de plazos de entrega, conocimiento de mecanismos de análisis y mitigación de riesgos.
- c) Compromiso al nivel más alto: Es necesario que las empresas demuestren un interés verdadero en concretar una relación comercial a través del compromiso de la gerencia de la empresa y un entendimiento de la “cultura aeroespacial”, basada en la confianza.”⁵⁹

Es muy importante sintetizar las necesidades actuales y venideras de la industria, como parte de la estrategia del sector, ya que no se debe priorizar sólo el retorno de inversión, sino que se debe existir una relación más estrecha con la formación de capacidades productivas y organizacionales, además de la atracción de nuevas generaciones enfocadas a carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, que logren responder a la demanda educativa de la industria aeronáutica en México.

Figura 19. Pirámide de la demanda educativa en la Industria Aeronáutica en México

Demanda educativa de la industria aeronáutica en México	20% ingenieros especializados e investigadores- Nivel de investigación y desarrollo
	34% ingenieros/ supervisores- Nivel de diseño
	46% operadores/ técnicos/inspectores- Nivel técnico y operación

Fuente: Elaboración propia con datos de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)

⁵⁸ S/a, “Recomendaciones que incluyen matrices de compromisos e indicadores de desempeño para el sector proveeduría aeroespacial”, CNP, [en línea] Dirección URL: file:///G:/CNP/Recomendaciones%20CNP/Recomendaciones_Aero%20CNP.pdf, [consultado el 28 de mayo de 2018]

⁵⁹ Ibídem.

Actualmente, la mayor demanda de capital humano se concentra en las actividades de maquinado, aeroestructuras, procesos especiales, electromecánica, MRO, diseño y materiales compuestos. Mientras que en el escalón intermedio se demanda personal con conocimientos en programación de máquinas CNC, perforaciones a metales, operación de equipo pre programado, aplicación de químicos, remachado, entre otros. Para el nivel básico, se necesita personal con conocimientos en operación de maquinado CNC o manuales, mediciones básicas, metrología dimensional, operaciones de ensamble, manejo de producto, conocimiento de normas, recepción y manejo de materiales y para el nivel más especializado, el personal deberá conocer programación de rutas de corte de interfaces CAD/CAM, hojas de proceso, diseño de procesos, ingeniería de producto, así como preparación y validación de químicos.

Para responder objetivamente a las necesidades del sector, se llevan a cabo una serie de políticas de desarrollo productivo, en la que participan de forma conjunta la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA) a través del Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores, con el apoyo del Comité Nacional de Productividad, con el que, hasta el momento, ha resuelto las exigencias de demanda que la expansión del mercado impone. Esta estrategia funciona como un órgano consultivo del Ejecutivo Federal cuyo objetivo es recomendar políticas y proyectos concretos que permitan aumentar y democratizar la productividad en México; integrado por miembros del sector público, privado, trabajadores y academia. Entre los temas prioritarios está la formalización de la economía, innovación en ciencia y tecnología, capacitación y certificación de los trabajadores, incentivos laborales para la productividad y la calidad en los centros de trabajo además del apoyo a las pymes y emprendedores.

La dinámica del CNP es que, mediante un análisis colectivo del desempeño de determinado sector, se realizan recomendaciones que dinamicen el crecimiento de la industria aeronáutica. En este caso, tanto a nivel privado, público o incluso de la academia, el objetivo general es contribuir a generar un cambio estructural en la economía a partir de la migración de recursos a sectores de alta productividad, como lo es el sector de proveeduría aeroespacial. Por otro lado, se encuentran los objetivos específicos:

1. Determinar un enfoque estratégico para aumentar la producción de OEM y Tier 1 en México.
2. Desarrollar una base de proveeduría local que soporta el aumento en la producción de OEM y Tier 1.
3. Promover la atracción de inversión extranjera para el desarrollo de productos y procesos inexistentes.

Dentro de las recomendaciones concretas para el desarrollo de proveedores se encuentran las siguientes:

1. “Se recomienda a la SHCP efectuar la posibilidad de contar con recursos de cooperación técnica con organismos internacionales, bilaterales y/o centros de investigación para generar un mapeo de capacidades de producción exhaustivo para el sector aeronáutico en México. Dicho mapeo de capacidades deberá estar diseñado para actualizarse de manera recurrente e incluir un panorama no solo de las capacidades de producción actuales sino también futuras. Las empresas agremiadas a la FEMIA y los aeroclústeres de Querétaro, Monterrey, Sonora, Chihuahua y Baja California colaboren con información para la elaboración y actualización de dicho mapeo de capacidades.
2. Se recomienda al Consejo Coordinador Empresarial (CCE) presentar una propuesta de apoyo al INADEM para un proyecto estratégico cuyo objetivo sea incrementar la productividad y la competitividad de las pymes en el sector aeronáutico, incentivando el desarrollo de la cadena de proveeduría y fortaleciendo el contenido nacional del sector, con relación a los objetivos del Programa de Desarrollo Innovador de la Secretaría de Economía. Basado en la última instancia en componentes que permitan fortalecer las capacidades de las empresas en materia de financiamiento, adquisición de equipo, capacitación, diseño e innovación. Así como la implementación de un programa de mentoría entre OEMs, Tier1, empresas proveedoras y proveedoras potenciales; dirigido por la FEMIA, el Banco Nacional de Comercio Exterior (Bancomext) y la Secretaría de Economía.
3. Se recomienda a la SE organizar actividades de orientación para empresas aeroespaciales en Querétaro, Chihuahua y Baja California con el propósito de presentar las convocatorias relevantes de la SE y el INADEM, el proceso de solicitud para estos apoyos, los requisitos para solicitarlos, así como para recabar información de las empresas sobre cómo mejorar el proceso de solicitud y en su caso asesoría.
4. Se recomienda a la Secretaría de Economía realizar seminarios sobre cumplimiento, adopción de prácticas anticorrupción y responsabilidad social empresarial para Pymes del sector de proveeduría aeronáutica y otros sectores, entre ellos el de manufacturas de exportación, partiendo de la experiencia del Seminario de Cumplimiento y Prácticas Anticorrupción realizado en conjunto con la FEMIA. Se recomienda una colaboración entre la FEMIA, los aeroclústeres, la Secretaría de Economía, para la realización del evento y a la International Chamber of Commerce México (ICC México) para que pueda colaborar con el desarrollo del contenido para los seminarios.

5. Se recomienda a la SE establecer diálogo con aerolíneas mexicanas, Nacional Financiera, Banco Nacional de Comercio Exterior, SHCP y la SCT, para explorar estrategias que permitan fomentar la inversión en el sector y el desarrollo de proveeduría local al momento de generar contratos de compra de aeronaves, en cumplimiento con acuerdos internacionales.
6. Se recomienda que la SHCP realice un análisis comparativo de los instrumentos de financiamiento más exitosos para el sector aeronáutico en países como Alemania, España, Francia, Inglaterra, Estados Unidos y Canadá y establecer una ruta crítica para implementar aquellas acciones u permitan mejorar los instrumentos que ofrece la banca de desarrollo y que sean factibles de aplicación dado el contexto mexicano.”⁶⁰

Esta serie de recomendaciones fueron propuestas por el Comité Nacional de Productividad, mismas que son verificadas periódicamente a través de la lectura de los indicadores de cumplimiento. Sin embargo, el pasado mayo de 2018 tuve la fortuna de formar parte del comité representando al Instituto Politécnico Nacional y fue sólo entonces cuando comprendí el verdadero funcionamiento de esta iniciativa, en donde las recomendaciones son bien formuladas con la intervención de todas las Partes, es evaluada la aplicación de éstas para el crecimiento de la proveeduría aeroespacial de México al mundo, que finalmente se traduce en una buena iniciativa de retroalimentación entre los diferentes actores involucrados (público, privado, trabajadores y academia) en busca de la mejora continua del sector.

Por otro lado, la evaluación del progreso de cumplimiento de las recomendaciones a través del análisis de los indicadores, resulta impreciso poder determinar si se está avanzando conforme a lo dispuesto en las recomendaciones o si existe un estancamiento en el cumplimiento, ya que cada Parte reporta al comité su propio avance, dejando de lado una evaluación homogénea que permita encontrar oportunamente las áreas de oportunidad que deben ser reforzadas para una mejor atención de lo solicitado. Por lo que el comité al ser un medio clave en tanto a establecer una estrategia de crecimiento del sector se refiere, es productivo el establecimiento de recomendaciones que logren la especialización por servicios y productos que demanda la industria para su incorporación a la CGV, mismos que ya han sido señalados previamente, sin embargo, debiera considerarse la posibilidad de que el Comité evalúe el avance del cumplimiento no solo a través de indicadores sino a través de mecanismos de evaluación incluyente en el CNP y

⁶⁰ S/a, “Recomendaciones que incluyen matrices de compromisos e indicadores de desempeño para el sector proveeduría aeroespacial”, CNP, [en línea] Dirección URL: file:///G:/CNP/Recomendaciones%20CNP/Recomendaciones_Aero%20CNP.pdf, [consultado el 28 de mayo de 2018]

poder vencer la apatía de participación y compromiso frente al desarrollo de sectores estratégicos para el país como lo es la industria aeronáutica, su proveeduría y mantenimiento.

3.3.3 Cumplimiento de estándares de calidad

La clave para lograr una transferencia de conocimiento es el aprendizaje, la creación de capacidades, la innovación y el escalamiento. La complejidad en la producción de la aeronave y la expectativa de buen desempeño de las partes empleadas en su fabricación, son tan altas que el aseguramiento de la calidad en este sector de la industria se vuelve un elemento clave, por lo que la certificación juega un papel fundamental, lo que comprueba que se cumple con los requisitos de un sistema de gestión de calidad, como lo es ISO 9000 y se complementa con los requerimientos adicionales que demanda la industria aeronáutica.

“La AS 9100 se aplica al sistema de gestión de fabricantes de piezas para aeronaves y hace hincapié en la calidad, seguridad y tecnología de todas las etapas de la cadena de suministro, contiene los requerimientos del ISO 9001:2000, con la adición de otros 80 requerimientos críticos para la calidad de la industria, entre ellos:

- a) Inspección de primer artículo: el objetivo es garantizar que las partes puedan ser fabricadas de manera continua, eficiente y siguiendo las especificaciones con un mínimo de variación, tal proceso es aplicado a todos los niveles desde una pieza fundida y forjada hasta componentes completos.
- b) Manejo de la variación de las características esenciales: Este proceso requiere tener planificadas todas las etapas de producción, con procedimientos específicos para controlar las situaciones, en las que una característica esencial presenta variaciones fuera de los rangos especificados.
- c) Control de diseño y desarrollo: AS9100 incluye diversos anexos a lo largo de todo el proceso de diseño y producción, además de establecer requerimientos para verificar la documentación y validar pruebas y resultados.
- d) Manejo de proveedores: Uno de los puntos cruciales en la industria aeronáutica es el adecuado manejo de proveedores, la cadena de abastecimiento es larga y particularmente en la base de la cadena, muchos proveedores atienden a diferentes industrias, entre los requerimientos de AS9100 se encuentran la aprobación de proveedores, es decir, cada proveedor es responsable de manejar y acreditar a sus proveedores, a los que se denominan TIER 1 y a los proveedores de estos TIER 2.⁶¹

⁶¹ S/a, “Diagnóstico sectorial- sector aeroespacial”, PROMÉXICO, [en línea] Dirección URL: <http://www.promexico.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/aeroespacial.pdf>, [consultado el 27 de mayo de 2017]

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

Contar con esta certificación representa una ventaja competitiva, la AS 9100 es un estándar para la AS 9110, dirigida a las empresas que se dedican al mantenimiento de aviones privados, militares y comerciales, y la AS 9120, que aplica para los distribuidores de la aviación, espacio y defensa.”⁶²

Actualmente hay en el país 330 empresas del sector aeronáutico establecidas principalmente en cinco estados de la República: Baja California, Chihuahua, Nuevo León, Querétaro y Sonora, la mitad de ellas están certificadas, sin embargo, “tendrán que transitar a la nueva versión de la norma antes del 14 de septiembre de 2018”⁶³ ya que las normas son actualizadas cada cierto tiempo por la Organización Nacional de Estandarización. “Todas esas empresas que ya estén certificadas en la revisión anterior C tienen que hacer la transición a la nueva revisión, que es la D.”⁶⁴

Las ventajas que la actualización de la certificación trae consigo, son relaciones comerciales intraempresariales más robustas, además de la reducción de errores o fallas en los procesos, pues un problema en pleno vuelo sería catastrófico. “Demostrar una gestión de calidad efectiva permite obtener una licencia para comercializar los productos y servicios y tener acceso a la base de dato del sistema de proveedores de información en línea OASIS (Online Aerospace Supplier Information System), donde los grandes armadores eligen a quién realizar compras.”⁶⁵

La certificación para una empresa que arranca de cero tarda entre seis y ocho meses. Una vez obtenida, está sujeta a visitas de revisión semestral o anual, cada certificación dura tres años. Certificar para una Pyme es todo un reto, puesto que es un proceso costoso, en donde el precio varía dependiendo del número de empleados y locaciones, así como la complejidad de los procesos, pero se parte de una base de cinco mil a siete mil dólares, de acuerdo a datos de la *Société Générale de Surveillance*.

El Programa Nacional de Acreditación de Contratistas Aeroespaciales y de Defensa (NADCAP, por sus siglas en inglés)

“Es un programa de certificación de procesos especiales y productos, además de proveer mejora continua en industrias como la aeronáutica. En el caso de la industria anteriormente citada, la certificación NADCAP es requerida por los principales fabricantes de motor y para toda la red de

⁶² Perla Oropeza , “SGS se alista para oleada de certificación de empresas aeronáuticas”, [en línea] Dirección URL: <http://www.elfinanciero.com.mx/bajio/sgs-se-alista-para-oleada-de-certificacion-de-empresas-aeronauticas>, [consultado el 13 de noviembre de 2017]

⁶³ *Ibidem*.

⁶⁴ *Ibidem*.

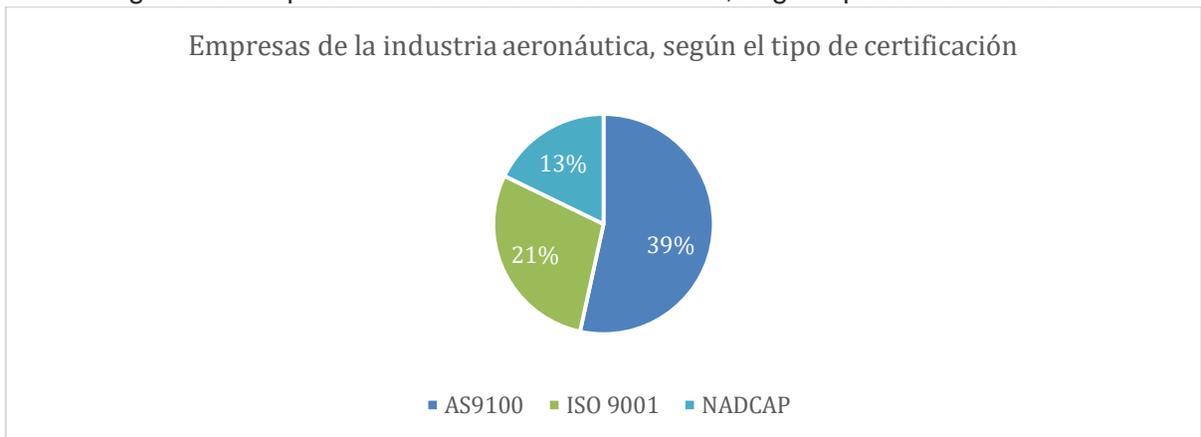
⁶⁵ *Ibidem*.

suministros del avión, su obtención tiene reconocimiento internacional y exige a la empresa certificada de otras auditorías por parte de los propios fabricantes del sector”⁶⁶.

De acuerdo al estudio “Identificación de capacidades tecnológicas nacionales en la cadena de valor del sector aeroespacial” realizado por la Federación Mexicana de la Industria Aeronáutica revela que el 77% de las empresas consultadas cuentan con 1 o más certificaciones. Por tipo de certificación el estudio arroja que el 39% de las empresas cuentan con la certificación AS9100; 21% con la ISO-9001-2015 y 13% con la certificación NADCAP. (Véase figura 20)

Las certificaciones obedecen a las necesidades de los demandantes de los productos o servicios, es decir, se obtienen porque son requeridas. Sin embargo, aumentar el número de certificaciones de las empresas debe considerarse como una prioridad y emprender estrategias para que un número mayor de empresas se certifiquen, sirviendo como base para que cada empresa logre tener más contratos gracias a la certidumbre de la capacidad y calidad de los procesos productivos y del producto *per se*.

Figura 20: Empresas de la industria aeronáutica, según tipo de certificación



Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Mexicana de la Industria Aeronáutica, “Identificación de Capacidades Tecnológicas Nacionales en la Cadena de Valor del Sector Aeroespacial”.

Desde 2009 hasta la fecha, se mantiene un proyecto conjunto entre el PNUD y la Secretaría de Economía, llamado “Programa para la Certificación de Procesos Especiales para Impulsar la Integración de Pequeñas y Medianas Empresas en el Sector Aeroespacial”, en donde se apoya al gobierno mexicano y a la industria aeronáutica en su esfuerzo por contar con una base de proveeduría confiable y

⁶⁶ S/a, “Diagnóstico sectorial- sector aeroespacial”, PRO MÉXICO, [en línea] Dirección URL: <http://www.promexico.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/aeroespacial.pdf>, [consultado el 27 de mayo de 2017]

competitiva que permita incrementar las compras de suministros fabricados en territorio nacional. Mediante apoyo en la obtención de certificaciones AS9100, AC7118 y/o PRI-NADCAP para procesos específicos y con ellas formar parte de la cadena de suministro de las OEM instaladas en el país. Mediante un subsidio del 70% del valor total de cada certificación que se da en los 5 principales agrupamientos de la industria en el país (Baja California, Sonora, Chihuahua, Nuevo León y Querétaro).

Sin embargo, el fortalecimiento de la industria no solo se reduce a obtener las certificaciones correspondientes, sino que conlleva un cambio en la cultura laboral al interior de las empresas, entendiéndose que la parte nodal de un sistema de calidad son las personas y la capacitación que se les proporcione. Por lo que las capacidades organizacionales dan cuenta de las posibilidades de una real apropiación social de las tecnologías y de su posterior mejoramiento y transformación. “Desde la perspectiva de los recursos y capacidades, se entiende que detrás de la innovación como proceso empresarial están las capacidades organizacionales que la hacen posible”.⁶⁷

Las capacidades tecnológicas, son la forma en que las empresas identifican, adoptan, usan, dominan, modifican y/o crean tecnologías y hacen uso de conocimiento nuevo o existente para la elaboración de nuevos productos y procesos. Las constantes transformaciones en las organizaciones de la producción impactan en el comportamiento de la demanda, en cómo se desarrollan los procesos de innovación, así como el uso efectivo de las tecnologías y los materiales en el desarrollo de innovaciones. Es ampliamente referenciada la importancia de la innovación en la creación de ventajas competitivas.

3.3.4 Fortalecimiento de capacidades organizacionales y tecnológicas, para enfatizar una estrategia homogénea.

El desarrollo de capacidades y acceso a recursos innovadores es sumamente importante para tener una posición competitiva para cualquier empresa desde OEM a Tier 4, de igual forma la capacidad de una nación para fomentar y gestionar el cambio tecnológico es primordial para la creación de capacidades dentro de las empresas, así como para existir y en el mejor de los casos tener éxito en el mercado internacional. Las innovaciones pueden ser tanto organizacionales como tecnológicas, estas capacidades influyen en la creación de redes de conocimiento,

⁶⁷ Jorge Velásquez; Yony Ceballos, Estudio de un proceso de innovación utilizado en la dinámica de sistemas”, Red de revistas científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica, (2008), edición 21, p. 127

combinando personas y bienes, que en su conjunto permitirán a las empresas llevar a cabo las tareas asignadas de manera más eficaz.

“Las capacidades de organización se pueden derivar de la comercialización, del *know how*, de la flexibilidad, de la innovación continua, del aprendizaje organizacional, del procesamiento de información, de los sistemas de información, de los recursos humanos, de la calidad y de los sistemas internos.”⁶⁸.

Algunas fuentes de capacidades organizacionales son la construcción de mejores productos o servicios, el suministro de productos con precios competitivos y un enfoque centrado en la innovación o capacidad tecnológica para la mejora de la competitividad. Las capacidades organizacionales, por algunos autores llamadas “capacidades de gestión” o “capacidades operativas”, se definen como la capacidad de una organización en términos de

1. “Recursos humanos, tales como la calidad, las habilidades y competencias
2. Recursos físicos y materiales como: máquinas e inmuebles
3. Recursos financieros como el dinero y el crédito
4. Recursos de información como el conocimiento y las bases de datos; así como las de innovación y recursos intelectuales, como derechos de autor, diseños y patentes”⁶⁹

Detrás del enfoque de recursos y capacidades, se encuentra la innovación como proceso empresarial y son las capacidades organizacionales las que lo hacen posible.

Para analizar el caso mexicano se retoma el artículo “Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica” de la revista “Economía, teoría y práctica”. Para identificar las capacidades organizacionales que poseen las empresas mexicanas de la aeronáutica, se toma como base programas de mejora de la calidad que han implementado, los programas de modernización organizacional que les permitieron ser más eficientes en el manejo de recursos y respuesta al cliente y la capacidad de gestión de fondos y créditos que provean a la empresas de recursos económicos para el logro de los objetivos productivos y las actividades de adaptación y mejora de cualquier área de la empresa. El estudio práctico antes mencionado, refiere lo siguiente:

⁶⁸ Apicha Boonpattarakan, “Model of Thai Small and Medium Sized Enterprises Organizational Capabilities: Review and verification, Journal of Management Research, [en línea] Dirección URL: <http://www.macrothink.org/journal/index.php/jmr/article/view/1557> [consultado el 12 de octubre de 2018]

⁶⁹ *Ibidem*.

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

“Las empresas (mexicanas de la aeronáutica) con mejores capacidades organizacionales son medianas y pequeñas; las empresas medianas provienen del sector textil y de maquinados y las empresas pequeñas provienen del sector automotriz, son empresas que han implementado programas de modernización organizacional y mejora continua de la calidad de sus productos y procesos [...] son empresas que siguen distintas estrategias para permanecer en el sector desde gestión de recursos externos; recursos humanos calificados y diferenciación de sus productos; cercanía con el cliente y tiempos de entrega hasta costos y flexibilidad”.⁷⁰

A manera de resumen, se puede afirmar que las empresas mejor capacitadas en este rubro organizacional son las medianas, teniendo un mejor nivel de inserción en la CGV de la industria aeronáutica. Las empresas mexicanas de la industria aeronáutica son empresas dominadas por el proveedor

“[...], ya que la tecnología y las máquinas provienen de fuentes externas, además el desarrollo de nuevos procesos y productos son dados por el cliente, principalmente por las armadoras que dominan la industria a nivel internacional. Para el caso de estas empresas la acumulación tecnológica y el aprendizaje surgen de mejorar y manipular métodos de producción, lo que contribuye a consolidar las capacidades tecnológicas con amplio uso de las capacidades organizacionales para el dominio de la tecnología y el desarrollo de nuevos aprendizajes que les permitan escalar en la cadena productiva”.⁷¹

Las capacidades organizacionales son fundamentales en el proceso de inserción y determinan las actividades iniciales dentro del sector.

El desarrollo de capacidades tecnológicas es el resultado de las inversiones focalizadas por la empresa en respuesta a los estímulos externos e internos y en la interacción con otros agentes económicos, tanto públicos como privados, nacionales y extranjeros. Organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) definen las capacidades tecnológicas como:

“[...] los aprendizajes acumulados por las empresas, que les permiten mantener una dinámica innovadora y que teóricamente están estrechamente relacionadas con el desempeño organizacional. La generación y acumulación de capacidades tecnológicas va más allá de lo que hagan las empresas individualmente, demanda tiempo y recursos e involucra

⁷⁰ Juana Hernández Chavarría, “Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica”, Economía, teoría y práctica, núm. 47, México, UAM/ Unidad Iztapalapa, Azcapotzalco y Xochimilco, División de Ciencias Sociales, marzo, 2017

⁷¹ *Ibidem*.

fenómenos sistémicos de aprendizaje y de estrategias dinámicas entre los gobiernos, empresas y el ámbito académico”.⁷²

Las empresas se hacen valer de la generación, absorción de conocimiento y aprendizaje para lograr un impacto en el manejo efectivo de la tecnología, desempeño organizacional, mejoras en la capacidad de gestión y métodos de producción, de esta forma, las capacidades tecnológicas permiten la generación y circulación de nuevo conocimiento, vinculado directamente con las características del capital humano que poseen las empresas y la organización productiva. Por otro lado, para lograr desarrollar capacidades tecnológicas locales, se tendrá que ver materializado en nuevos productos, el mejoramiento de tecnologías de procesos y el desarrollo de nuevas rutinas de organización de la producción

México transita por una etapa decisiva en su proyecto de integración a la sociedad de la información: un incipiente escenario para el crecimiento económico y social del país, basado cada vez más en el procesamiento, la organización y la transmisión de la información. Las tecnologías digitales están intrínsecas a nuestra sociedad, a las empresas, a las instituciones e incluso a las relaciones sociales e interpersonales. El desarrollo, fomento y uso de las tecnologías digitales son indicadores del dinamismo de un país, a nivel macroeconómico hasta lo más particular: es un medio estratégico para que empresas y gobierno puedan innovar y ser más eficientes en sus actividades, se tornan como un habilitador del desarrollo del individuo y un importante elemento de cohesión social.

Para ser competitivo se debe generar conocimiento y capacidad tecnológica, que permita ser copartícipe de una de las CGV más especializada tecnológicamente y mantenernos como referente a nivel mundial. Esta industria de manufactura avanzada necesita de un cambio de esquema, al pasar de excelentes manufactureros a incursionar en la ingeniería y diseño aeronáutico. Adentrarse a las nuevas tendencias tecnológicas del ramo de las TIC es fundamental, para concebir cómo se adecúan al creciente dinamismo de la industria manufacturera aeronáutica, al automatizar algunos procesos a través del internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), manufactura aditiva o impresión 3D y realidad aumentada a través de dispositivos.

“[...] El internet de las cosas es un tema de gran relevancia en los últimos años ya que permite optimizar los recursos tanto económicos, humanos como en la

⁷² Juana Hernández Chavarria, “Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica”, Economía, teoría y práctica, núm. 47, México, UAM/ Unidad Iztapalapa, Azcapotzalco y Xochimilco, División de Ciencias Sociales, marzo, 2017

maquinaria”⁷³, una de sus aplicaciones en la industria está relacionada con la instrumentación y monitoreo en tiempo real, a través de una red wifi, de la funcionalidad de partes, equipo o instrumentos aeronáuticos. Una empresa mexicana “NC Tech” ha desarrollado esta tecnología, la cual funciona de la siguiente forma: “En una turbina de avión podemos realizar el monitoreo de lo que son las millas por hora, velocidad de las hélices y la temperatura del sistema de combustión; esta tecnología cuenta también con un acelerómetro de tres ejes. La información almacenada se puede revisar en tiempo real a través de una representación de panel de usuario en la nube.”⁷⁴ De forma específica se presenta esta tecnología como una forma de monitoreo, control, optimización y automatización de los procesos de producción evitando tiempos muertos.

La manufactura aditiva o impresión 3D está relacionada con la fabricación de piezas funcionales, ligeras y resistentes con la finalidad de producir motores eléctricos más potentes. “[...] el uso de tecnologías de fabricación aditivas supone una auténtica revolución de la industria aeronáutica, ya que permite la obtención de piezas sin necesidad de utillaje especial, con el consiguiente ahorro en costos.”⁷⁵ Es tal el impacto que ha tenido esta tecnología en la industria, que incluso la OEM Boeing tiene alrededor de ocho mil piezas impresas en 3D de acuerdo a información de CONACYT.

Por último, el uso de realidad aumentada a través de dispositivos móviles, permite ver un motor o una pieza industrial encima de un escritorio como si fuera real y ver un proceso concreto en el que intervenga esa pieza para estudiarlo en detalle de una forma más realista que simplemente viéndola en un manual, en un video o con realidad virtual. “Gracias a la realidad aumentada en la formación se puede mejorar la curva de aprendizaje de los operarios en diferentes procesos, lo cual aumenta la productividad de los empleados y por tanto la competitividad de la empresa, objetivo central de la aplicación de nuevas tecnologías”⁷⁶

Sin embargo, aunque se tengan en mente las tecnologías estratégicas para impulsar el crecimiento de la industria, éstas no se pueden aplicar sino existe la infraestructura adecuada para fomentar la investigación e impulsar el desarrollo de

⁷³ Karen Rose; Scott Eldridge; Lyman Chapin, “El internet de las cosas, una breve reseña”, [en línea] Dirección URL: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf> [consultado el 26 de octubre de 2018]

⁷⁴ Israel Pérez Valencia, “Manufactura 4.0 para la industria aeroespacial”, CONACYT, [en línea] Dirección URL: <http://conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/tic/18145-manufactura-4-0-industria-aeroespacial> , [consultado el 27 de marzo de 2018]

⁷⁵ Ibídem.

⁷⁶ S/a, “Realidad Aumentada en la Industria Aeroespacial”, Ar Soft, [en línea] Dirección URL: <http://www.arsoft-company.com/realidad-aumentada-en-la-industria-aeroespacial/> , [consultado el 14 de julio de 2018]

tecnología nacional, que logre integrarse adecuadamente a la CGV de la industria aeronáutica. En general las capacidades tecnológicas de las empresas mexicanas son bajas, este comportamiento responde a que las actividades que se realizan con mayor dinamismo no demandan manipulación de tecnología de punta. “La organización y complejidad del sector hace que la intensidad tecnológica y la innovación, se desarrollen en eslabones de la cadena dominados por las empresas líderes del sector a nivel mundial”.⁷⁷

Para analizar el caso de las capacidades tecnológicas de las empresas mexicanas en la industria aeronáutica, se retoma el estudio práctico referido en el apartado anterior de capacidades organizacionales, con la finalidad de tener como sustento un caso práctico que identifique las áreas de oportunidad del desarrollo de innovación tecnológica. “Las empresas con mejores capacidades tecnológicas dentro del sector aeronáutico son empresas medianas, pequeñas y micro; provenientes del sector textil y maquinados [...] las inversiones en I+D les han permitido identificar y dominar ciertas tecnologías que las han llevado a tener desarrollos propios y un buen nivel de inserción dentro de la industria aeronáutica”⁷⁸ gracias a la implementación de personal capacitado, diferenciación de productos o servicios, costos competitivos y flexibilidad.

La cita anterior refiere que las actividades que hoy por hoy realizan las empresas mexicanas del sector aeronáutico, no demandan capacidades tecnológicas fuertes, aunque es fundamental que las empresas fortalezcan dichas capacidades, para en un futuro cercano, lograr mejoras en procesos y productos que impacten en su posición actual dentro de la cadena de producción. En el sector aeronáutico, las empresas de recién inserción necesitan priorizar en el desarrollo de capacidades que les permitan utilizar el conocimiento existente en el mercado y hacer uso efectivo de las competencias tecnológicas y organizacionales para poder insertarse con éxito en una cadena global de valor tan demandante.

El cierre de este capítulo y de la investigación, *per se*, congenia la parte propositiva con la que se plantea lograr un escalamiento económico fundado en una estrategia de cuatro pilares transversales haciendo una confrontación de intereses endógenos y exógenos. De esta forma, se contraponen la funcionalidad de las perspectivas de las ventajas comparativas y competitivas del caso mexicano, frente a una discrepancia entre el poder productivo proveniente de la formación y especialización del capital humano y por otro lado la especialización e innovación tecnológica aplicada a servicios y productos de la CGV, mismos que deben unir esfuerzos.

⁷⁷ Juana Hernández Chavarría, “Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica”, Economía, teoría y práctica, núm. 47, México, UAM/ Unidad Iztapalapa, Azcapotzalco y Xochimilco, División de Ciencias Sociales, marzo, 2017

⁷⁸ *Ibidem*.

Conclusiones

De acuerdo al objetivo central de esta investigación, el cual es analizar la viabilidad de que México, pueda lograr un escalamiento económico en la CGV de la industria aeronáutica. Se parte de la hipótesis de la viabilidad de esta premisa, gracias a la implementación de capacidades de innovación y mejora continua; en productos, procesos y servicios a nivel tecnológico y organizacional. Aunado a ello, es fundamental la participación conjunta de los actores económicos y políticos involucrados, además del aprovechamiento de los intereses exógenos en beneficio de una estrategia de desarrollo endógeno y gestación de procesos productivos con mayor valor agregado.

Es una realidad el despunte exponencial del tráfico aéreo, para el transporte de mercancías y pasajeros y con ello la contraparte de la producción de flota aérea que responda a esta dinámica. De acuerdo a la producción de aeronaves, la industria aeronáutica posee una estructura organizacional piramidal y vertical, en donde en la punta se encuentran las grandes empresas tractor, mismas que regulan las actividades de mayor valor agregado de la industria, tales como (diseño, ingeniería, investigación y desarrollo). Mientras que las actividades de menor valor agregado, tales como (manufactura, ensamblaje; mantenimiento, reparación y revisión “MRO”) son desempeñadas por empresas TIER 1,2 y3; originarias en su mayoría de países emergentes, éstas entran en escena gracias a la reestructuración de la CGV y la deslocalización de las actividades para abaratar costos de producción. A pesar de que existe un apalancamiento en la industria, es decir, que son limitados los escalamientos económicos debido a la propia estructura organizacional y a la gran complejidad de la fabricación y alta especialización tecnológica, existen casos de escalamiento.

Los casos de éxito se basan en la especialización de ciertas empresas que lograron tomar ventaja de esta relación vertical y se volvieron más competitivas, por medio de la formación de capital humano, especialización en algún producto o servicio de la cadena global de valor y estandarización de los procesos aplicando ciencia y tecnología a determinados sectores, para dejar de importar el *know how* e incentivar

la inversión en investigación y desarrollo (I y D) ,mediante redes y alianzas globales entre académicos, científicos, corporaciones globales que lideran la industria y el gobierno local y federal. Así mismo, la IED es otro elemento nodal para la conformación de alianzas estratégicas e inversión conjunta entre la cadena global de valor; las pequeñas y medianas empresas locales; las empresas de base tecnológica y empresas intensivas en conocimiento; que fomenten la innovación en materiales, productos y servicios.

Para el caso particular de México y un posible escalamiento económico dentro de la CGV, toman gran relevancia las aglomeraciones productivas especializadas, dirigidas a mercados de nichos basados en las ventajas locales, como se expone en la investigación, en donde se analizan los 5 clústeres del país y las actividades desempeñadas, puesto que cada estado tiene una herencia industrial distinta. Aunado a ello, un impulso basado en políticas industriales que responda al desarrollo económico del país, implica diagnosticar la estructura y evolución de la organización productiva, puesto que el escalamiento sólo puede dimensionarse a través de alianzas estratégicas ya que no son prósperos los casos aislados.

Se propone la inclusión de políticas de encadenamiento productivo, transferencia de conocimiento y absorción de conocimiento de las empresas ancla, en donde puedan ser copartícipes todos los actores involucrados a nivel gubernamental, académico y empresarial. La absorción de conocimiento requiere la participación conjunta de estos tres actores clave; partiendo del manejo y direccionamiento de las políticas públicas, ya que se debe edificar una estructura gubernamental competente y libre de corrupción que pueda llevar una economía robusta. En tanto a formación de capital humano, se refiere, la educación superior y técnica superior juegan un papel clave, ya que con base en los planes de estudio adecuados al comportamiento y necesidades reales de lo que demanda la industria podría cambiar significativamente el rol de México y su aportación en la CGV.

De forma complementaria, es sumamente importante la absorción de conocimiento del sector empresarial, con la finalidad de desarrollar capacidades de innovación y emprendimiento. De acuerdo con Freeman, la interrelación entre los tres actores, el

vínculo con sus contrapartes globales en el debido caso, hará posible tejer un sistema nacional de innovación fuerte.

El crecimiento productivo y económico de México está limitado por la conjunción del rezago en elementos tales como capacidades de innovación, la educación y la penetración del uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación, lo que trae consigo un incipiente alcance en el desarrollo de industrias como ésta, intensivas en tecnología y conocimiento, al aportar 30% del valor agregado a los bienes y servicios. Por lo que, como estrategia altamente concentrada en conocimiento, se propone reforzar los cuatro pilares transversales (formación de capital humano, especialización en productos y servicios de la cadena global de valor, certificación de las empresas nacionales y el fortalecimiento de capacidades organizacionales y tecnológicas, para enfatizar una estrategia homogénea, con base en una producción armonizada a nivel internacional); sea ésta o sea cual fuere la estrategia propuesta, debe ser respaldada por políticas públicas.

Se mantiene la meta de lograr el 50% de valor agregado en manufactura, como punta de lanza México posee un gran número de ingenieros egresados con carreras vinculadas a la aeronáutica o complementarias, en donde los estudiantes se están inclinando por programas orientados a las operaciones de mantenimiento, diseño y desarrollo. Las políticas de desarrollo basado en el conocimiento, incentivan el crecimiento del capital humano, lo que privilegia el enfoque de desarrollo endógeno.

La posición geográfica de nuestro país juega un papel fundamental respecto al tránsito de las OEM inversionistas, la respuesta que se propone dar es intensificar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico para poder ofrecer en primera instancia a los inversionistas ventajas comparativas respecto a otros países receptores y posteriormente asimilar la transferencia de conocimiento que permitirá la especialización en servicios y productos de la CGV y un escalamiento económico dejando de lado la visión unidireccional de la manufactura simple. Dándole cada vez una mayor importancia a la acumulación de capacidades de innovación tecnológica y organizacional como factor central para lograr un posicionamiento como proveedores de la industria aeronáutica que permita abrir el panorama para un

escalamiento en la CGV, y posteriormente, lograr disminuir gradualmente los insumos importados, que actualmente son en su mayoría partes para ensamble y optimizar el desarrollo de las actividades productivas del sector, mismas que deben ser estándares de calidad para evitar errores en los procesos.

En cuanto a las estrategias de las empresas mexicanas para mantenerse en el sector, priorizan los recursos humanos calificados con experiencia en la industria aeronáutica o en otros sectores como (textil, maquinados, eléctrico y automotriz); los costos; la flexibilidad; la cercanía con el cliente y los tiempos de entrega para responder de mejor manera a la demanda. Y las estrategias tecnológicas que contribuyen a mejorar el nivel de inserción y posibilidades de escalamiento horizontal son relevantes en la industria. Sin embargo, México todavía concentra su producción en actividades de bajo valor agregado en las que no juega un papel central la tecnología de punta, empero se encuentra en la transición de escalamiento económico funcional, en el que se priorizan actividades como el diseño y la comercialización.

El surgimiento de la industria aeronáutica como muchos otros desarrollos tecnológicos parte de una concepción bélica, en el marco de la disciplina de las Relaciones Internacionales, su auge está sustentado en el contexto del paradigma de la globalización, en donde la premisa está basada en la ecuación conocimiento-poder. Es por ello que, tras el triunfo del capitalismo, ha existido una competencia económica sin precedente, misma que demanda un aumento progresivo de la productividad, enmarcada dentro de una desterritorialización de la dinámica global.

México, debe adaptarse a esta concepción global, sin embargo, no desde una percepción condicionada a la relación centro-periferia, sino más bien rompiendo esquemas y transformando su papel dentro del escenario internacional.

Fuentes de consulta

Bibliografía

Capó Vicedo, Josep; Expósito Langa, Manuel; Masiá Buades, Enrique; “La importancia de los *clusters* para la competitividad de las PYME en una economía global”, EURE, Santiago de Chile, 2008, 133 pp.

Carrincazeaux Christopher; Frigant Vincent, “The internationalization of the french aerospace industry: To what extent were the 1990s a break with the past”, *Competition and change*, París, 2007, vol.11, núm 3, pp. 284

Casalet, Mónica; *et al.*, “La industria aeroespacial, complejidad productiva e institucional”, México, Flacso México, 2013, primera edición, 223 pp.

Dussel, Peters Enrique; “Cadena Global de Valor, metodología, teoría y debate”, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2018, 221 pp.

Frigant, Vincent; Kechidi, Med; Talbot, Damien “Les territoires de l' aéronautique, EADS, entre mondialisation et ancrage”, París, L' Harmattan, 2006, 250 pp.

Guerra, J.A; Alves, Filho; Ferreira L.); “Modelos de integracao de sistemas de industria aeronáutica e suas consecuencias”, ponencia presentada en “Knowledge and Competitiveness in the Aerospace Industry: The Case of Toulouse, Francia, Université Européenne du Travail, 2010, 456 pp.

Hemerografía

Hernández Chavarría, Juana; “Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica”, *Economía, teoría y práctica*, núm. 47, México, UAM/ Unidad Iztapalapa, Azcapotzalco y Xochimilco, División de Ciencias Sociales, marzo, 2017

Pérez Carlota, “Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: Una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales”, *Revista CEPAL*, 100, abril 2010.

Velásquez, Jorge; Ceballos, Yoni; “Estudio de un proceso de innovación utilizado en la dinámica de sistemas”, *Red de revistas científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica*, (2008), edición 21.

Documentos

ANUES; Anuarios Estadísticos de Educación Superior 2018

Boeing; La industria aeroespacial, complejidad productiva.

Federación Mexicana de la Industria Aeronáutica; “Identificación de Capacidades Tecnológicas Nacionales en la Cadena de Valor del Sector Aeroespacial”.

IATA; Technology Roadmap, 4th Edition.

SAT, SE, BANXICO, INEGI, “Balanza Comercial de Mercancías de México, SNIEG, Información de Interés Nacional”

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

Secretaría de Economía, “Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial”.

Secretaría de Economía; “Pro aéreo 2.0 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial”.

Sitios electrónicos

Airbus, Global Market Forecast [en línea] Dirección URL: <https://www.airbus.com/aircraft/market/global-market-forecast.html> [consultado el 26 de septiembre de 2018]

Airbus, Global Market Forecast [en línea] Dirección URL: https://airbus-dev63.adobe.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/Airbus_Global_Market_Forecast_2017-2036_Growing_Horizons_full_book.pdf [consultado el 13 de octubre de 2018]

Ar Soft, “Realidad Aumentada en la Industria Aeroespacial”, [en línea] Dirección URL: <http://www.arsoft-company.com/realidad-aumentada-en-la-industria-aeroespacial/>, [consultado el 14 de julio de 2018]

Boonpattarakan, Apicha; “Model of Thai Small and Medium Sized Enterprises Organizational Capabilities: Review and verification, Journal of Management Research, [en línea] Dirección URL: <http://www.macrothink.org/journal/index.php/jmr/article/view/1557> [consultado el 12 de octubre de 2018]

CEPAL, “Cadenas Globales de Valor: Apoyo a empresas para su inserción, Dirección URL: https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/3_johannes_dobinger_cadenas_globales_de_valor_a_poyo_a_empresas.pdf, [Consultado el 05 de febrero de 2018]

Comité Nacional de Productividad, “Recomendaciones que incluyen matrices de compromisos e indicadores de desempeño para el sector proveeduría aeroespacial”, CNP, [en línea] Dirección URL: file:///G:/CNP/Recomendaciones%20CNP/Recomendaciones_Aero%20CNP.pdf, [consultado el 28 de mayo de 2018]

CONACYT, “Manufactura 4.0 en la industria aeroespacial” [en línea] México, Dirección URL: <http://conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/tic/18145-manufactura-4-0-industria-aeroespacial>, [consultado el 20 de octubre de 2017]

Cortés Galicia, Armando; El economista, “La industria aeroespacial: una nueva oportunidad de desarrollo para México”, [en línea] Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/La-industria-aeroespacial-una-nueva-oportunidad-de-desarrollo-para-Mexico-20180711-0143.html> [consultado el 04 de octubre de 2018]

Deloitte, “Perspectivas Globales de Aeroespacial y Defensa 2016 El crecimiento de la industria aeroespacial comercial”, [en línea] México, Deloitte, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/gt/es/pages/manufacturing/articles/global-a-and-d-outlook.html>, [consultado el 08 de abril de 2016]

Estrella, Viviana; “Sector aeroespacial con crecimiento de doble dígito: Femia”; El economista, [en línea] Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Sector-aeroespacial-con-crecimiento-de-doble-digito-Femia-20180207-0027.html> [consultado el 20 de febrero de 2018]

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

FEMIA, “Sector aeroespacial, con crecimiento a doble dígito, FEMIA” [en línea] Dirección URL: <https://www.economista.com.mx/estados/Sector-aeroespacial-con-crecimiento-de-doble-digito-Femia-20180207-0027.html>, [consultado el 07 de noviembre de 2018]

Forbes, “México, tercer lugar en inversión extranjera de industria aeroespacial”, PROMEXICO, Forbes, [en línea] Dirección URL: <https://www.forbes.com.mx/mexico-tercer-lugar-en-inversion-extranjera-de-industria-aeroespacial/>, [consultado el 04 de octubre de 2018]

Oropeza, Perla; “SGS se alista para oleada de certificación de empresas aeronáuticas”, [en línea] Dirección URL: <http://www.elfinanciero.com.mx/bajio/sgs-se-alista-para-oleada-de-certificacion-de-empresas-aeronauticas>, [consultado el 13 de noviembre de 2017]

Pérez Valencia, Israel; “Manufactura 4.0 para la industria aeroespacial”, CONACYT, [en línea] Dirección URL: <http://conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/tic/18145-manufactura-4-0-industria-aeroespacial>, [consultado el 27 de marzo de 2018]

Pineda, Mauricio; “Industria aeroespacial: oportunidades en pleno vuelo”, [en línea] Dirección URL: <https://www.mms-mexico.com/art%C3%ADculos/industria-aeroespacial-oportunidades-en-pleno-vuelo>, [consultado el 16 de octubre de 2018]

Porter Michael, “Clusters”, [en línea] Academia, Dirección URL: <http://www.sistemascomplejos.cl/wp-content/uploads/2012/04/CLUSTERS-ISCV.pdf>, [consultado el 18 de junio de 2015]

Potenze, Pablo Luciano; “El transporte aéreo en 2017: el mundo” en gaceta aeronáutica, [en línea] Dirección URL: <https://www.gacetaaeronautica.com/gaceta/wp-101/?p=27011>, [consultado el 25 de septiembre de 2018]

PROMÉXICO, “Diagnóstico sectorial- sector aeroespacial”, PROMÉXICO, [en línea] Dirección URL: <http://www.promexico.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/aeroespacial.pdf>, [consultado el 27 de mayo de 2017]

PROMÉXICO, Industria aeroespacial “Pro México”, [en línea] Dirección URL: http://mim.promexico.gob.mx/es/mim/Mapa_de_cluster, [consultado el 12 de junio de 2018]

PROMÉXICO, “Mapa de ruta del sector aeroespacial para la región de Querétaro [en línea] Dirección URL: <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/aeroespacial-queretaro.pdf>, [consultado el 17 de diciembre 2017]

PROMÉXICO, *National Flight Plan*, [en línea], Mexico’s Aerospace Industry Road Map 2015, Pp. 66, México, Pro México, julio 2015, Dirección URL: http://mim.promexico.gob.mx/JS/MIM/PerfilDelSector/Aeroespacial/MRT_Aeroespacial_2015_ENG.PDF, [consultado el 14 de mayo de 2016.]

Rose Karen ; Eldridge Scott ; Chapin Lyman, “El internet de las cosas, una breve reseña”, [en línea] Dirección URL: <https://www.internetociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf> [consultado el 26 de octubre de 2018]

S/a; *Cronología interactiva: Historia de la aviación*, [en línea], México, Dirección URL: <https://www.bbvaopenmind.com/cronologia-interactiva-aviacion/>, [consultado el 19 de septiembre de 2016]

“La industria aeronáutica como sector estratégico para el crecimiento económico en México”

S/a, “Los composites en el sector aeronáutico”, [en línea], Dirección URL: <https://www.aimplas.es/blog/los-composites-en-el-sector-aeronautico>, [consultado el 20 de septiembre de 2018]

S/a; *Tecnología aeronáutica*, [en línea], España, Dirección URL: <http://www.lasegundaguerra.com/viewtopic.php?t=398>, [consultado el 25 de septiembre de 2016]

Safrán, “Safran en México”, [en línea], septiembre de 2016, Dirección URL: <http://www.safran-group.com/country/mexico.html>, [consultado el 02 de septiembre de 2016].

Secretaría de Economía, “Colección de estudios sectoriales y regionales, conociendo la industria aeroespacial”, [en línea], Secretaría de Economía, Dirección URL: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825100872.pdf, [consultado el 15 de octubre de 2018]

Krugman Paul, Princeton [en línea] “The new economic geography, now middle-aged”, Dirección URL: <https://www.princeton.edu/~pkrugman/aag.pdf>, [consultado el 25 de de junio de 2015]