

Oportunidades y retos en la inserción en cadenas de valor global

La industria automotriz y aeroespacial en México

JORGE CARRILLO

El Colegio de la Frontera Norte (COLEF)

www.jorgecarrillo.info

Red ITIAM



El autor agradece los apoyos de Conacyt (proyectos 55018 y 254993).

INTRODUCCIÓN

A PARTIR DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS, LOS gobiernos federal y estatales en México tienen un claro compromiso con el desarrollo de industrias exportadoras como la automotriz y la aeroespacial. La industria automotriz es considerada *la industria de las industrias* por el gran efecto de arrastre que tiene sobre otros diversos sectores y cadenas, más aún, es considerada como la gasolina de la economía. Mientras que la industria aeroespacial forma parte de las denominadas industrias de alta tecnología que se asocian con el éxito en el desarrollo económico (NIOSI y ZHEGU, 2005).

Para la Secretaría de Economía la incorporación del país en las cadenas de valor global (CVG), además de representar una oportunidad para atraer inversión extranjera directa (IED), conlleva la promesa de generar actividades de mayor valor añadido, como la ingeniería y el diseño, lo cual podría ser un catalizador para fomentar la investigación y desarrollo (SECRETARÍA DE ECONOMÍA, 2012). Asimismo, acompañando a este proceso, se contempla el arribo de empleos más calificados y mejor remunerados. Un componente clave en la estrategia de los gobiernos para apoyar a estas industrias, desde hace más de 20 años, ha sido el establecimiento de un enfoque regional, fundamentalmente estatal, a través de las principales aglomeraciones o de los ya constituidos *clusters* industriales. No obstante el entusiasmo observado a partir del enorme dinamismo en el sector automotriz y aeroespacial, diversas voces enfatizan no sólo las enormes oportunidades que se abren sino también los grandes retos que se presentan, como se verá al final de este trabajo.

1. LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS EXPORTACIONES MANUFACTURERAS Y EL ROL DE LAS INDUSTRIAS AUTOMOTRIZ Y AEROESPACIAL

Este artículo está dividido en tres secciones, aparte de esta breve introducción. En el primer apartado se muestra la importancia de la manufactura global en México y se presenta información sobre la evolución de las industrias automotriz y aeroespacial. En la segunda sección se presentan algunos resultados de investigación sobre la participación en la cadena global de valor en estos sectores. Y en la tercera se exponen las principales oportunidades y retos.

El sector manufacturero se ha consolidado como una de las actividades económicas más prósperas del país. Como es ampliamente reconocido en la actualidad, *“la política industrial y comercio exterior en las últimas décadas ha girado en torno a la promoción de las exportaciones manufactureras”* (Cámara de Diputados, 2005:6). La evolución de las exportaciones totales durante las últimas décadas lo demuestran fehacientemente. En los años ochenta del siglo pasado la participación de exportaciones manufactureras apenas conformaba el 31% del total nacional, en cambio para los años noventa este porcentaje aumentó a 68%, y en el año 2013 alcanzaba ya al 84%.

Las razones históricas que explican este proceso expansivo de industrialización en México vía la exportación de manufacturas, y que han sido mencionadas en innumerables ocasiones en la literatura, las podemos resumir de la siguiente manera:

> la cercanía con el mercado estadounidense

lo que permite además cadenas de suministro más cortas, costos de transporte más bajos por artículos voluminosos y tiempos de entrega más rápidos, todo ello bajo modelos empresariales de *moda acelerada, justo a tiempo y respuesta rápida* que han cobrado gran popularidad (GEREFFI, 2015).

> el alto grado de apertura comercial

los tratados de libre comercio que alcanzan ya a 46 países.

> la disponibilidad de mano de obra a bajos costos relativos

continúa el bono demográfico, los salarios se mantienen a bajo costo y, de particular importancia, aumentaron los salarios en China rebasando a los de México, como muestra el *Gráfico 1*.

> la estabilidad macroeconómica

control de la inflación, mantenimiento de salarios mínimos por debajo de la línea de la pobreza, y paz laboral a través del control sindical.

Estos factores, aunado a una constante devaluación de la moneda mexicana, conforman un paquete económico que, junto a una larga vocación exportadora en diversas regiones de México –tanto del norte como del centro y occidente– constituyen un complejo y dinámico entramado de actores sociales compuesto por instituciones (públicas y privadas), empresas (multinacionales, pymes y especializadas en servicios) y personal altamente calificado, todo lo cual estructura, bajo ciertas pautas de regulación y normatividad, ecosistemas de innovación con diferente grado de maduración (CARRILLO *et al.*, 2016).

a) Dinamismo y reconfiguración en la industria automotriz

Con más de 90 años de historia en México, la industria de manufactura automotriz ha sufrido importantes transformaciones. Aproximadamente cada 30 años ha cambiado su modelo: de una producción CKD (completely knock down) para grandes mercados urbanos, hacia un modelo de desarrollo industrial por sustitución de importaciones a nivel nacional con cero exportaciones y alto proteccionismo, para luego consolidar una industrialización basada en las exportaciones (81% del total de la producción en 2015).

De acuerdo con datos del INEGI (2014) la industria automotriz actualmente es uno de principales sectores dentro de la manufactura global en México. En 2014 representaba el 20% del PIB manufacturero y el 6% del PIB total. En ese año participó con el 40% del total de las exportaciones, lo que lo convierte en el mayor contribuyente al valor agregado en comparación con otras industrias, superando a la electrónica. El valor agregado de exportación del sector automotriz dentro de la manufactura se puede observar en el *Gráfico 2*. La contribución creció del 40% en 2003 al 52% en 2014. Visto en términos tecnológicos, 49% de las exportaciones eran automotrices y correspondía a tecnologías media y alta.

Respecto al destino de las exportaciones, México exportó 2,758,896 unidades en el año 2015. En términos generales la mayoría de los vehículos se dirigieron hacia Estados Unidos (63,9%) y en menor medida hacia América Latina, Europa y Canadá (5,5%, 9,9% y 6,8%, respectivamente) (CARBAJAL, *et al.* 2013). Lo que indica que la Unión Americana es el primer socio comercial tanto para México como para aquel país, dadas las exportaciones tanto de automóviles como de autopartes. De hecho 1 de cada 4 autos vendidos en Estados Unidos fueron fabricados en México (MUNDO EJECUTIVO, 2012). En 2014, de acuerdo con datos de PWC, México se colocó como el cuarto país exportador de automóviles y, para 2015, escaló al tercer lugar (SÁNCHEZ, 2016).

GRÁFICO 1

Salarios promedio en producción, dólares por hora

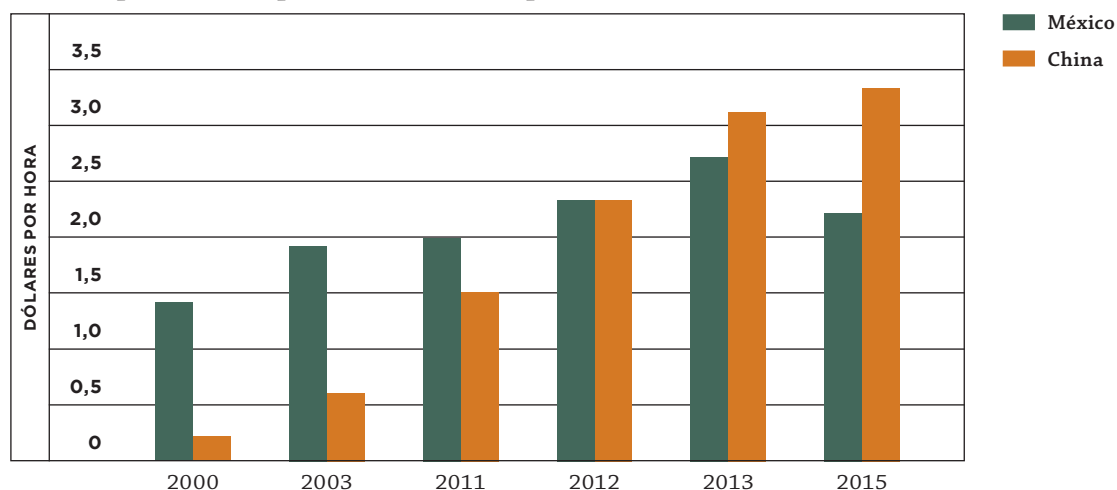
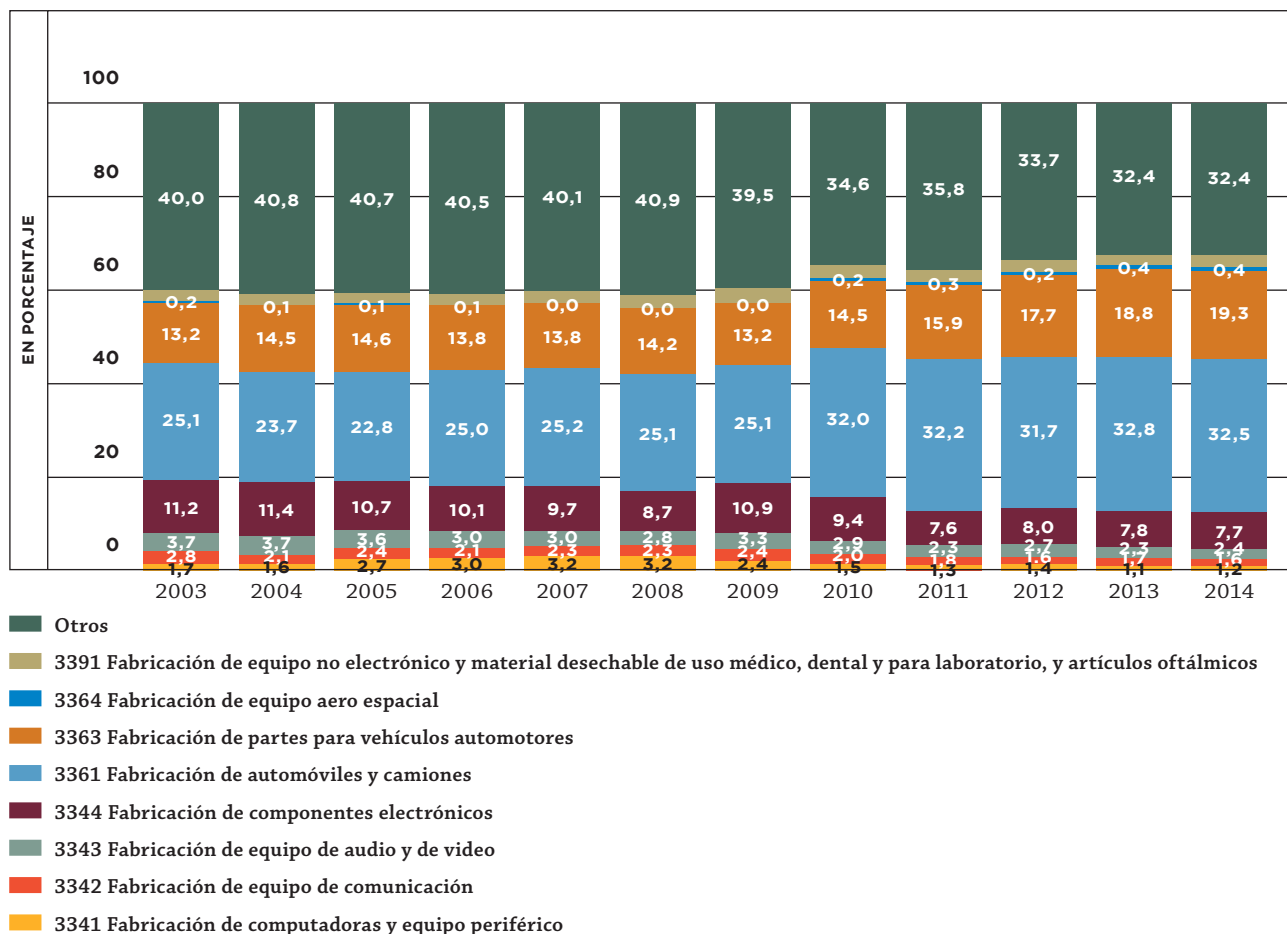


GRÁFICO 2

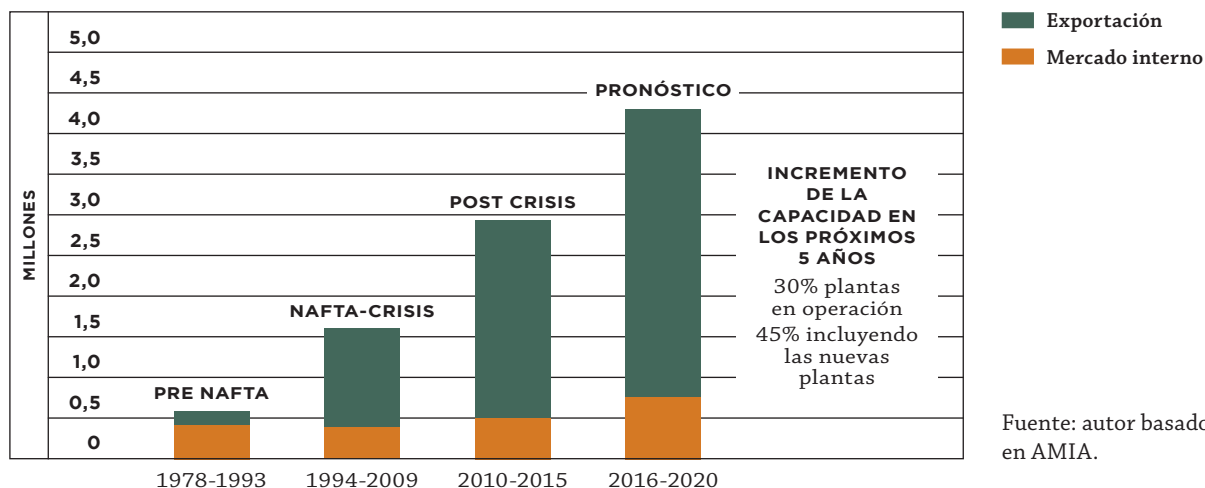
Valor Agregado de Exportación de la Manufactura Global



Fuente: INEGI, 2014

GRÁFICO 3

México, producción de vehículos. (promedios)



Fuente: autor basado en AMIA.

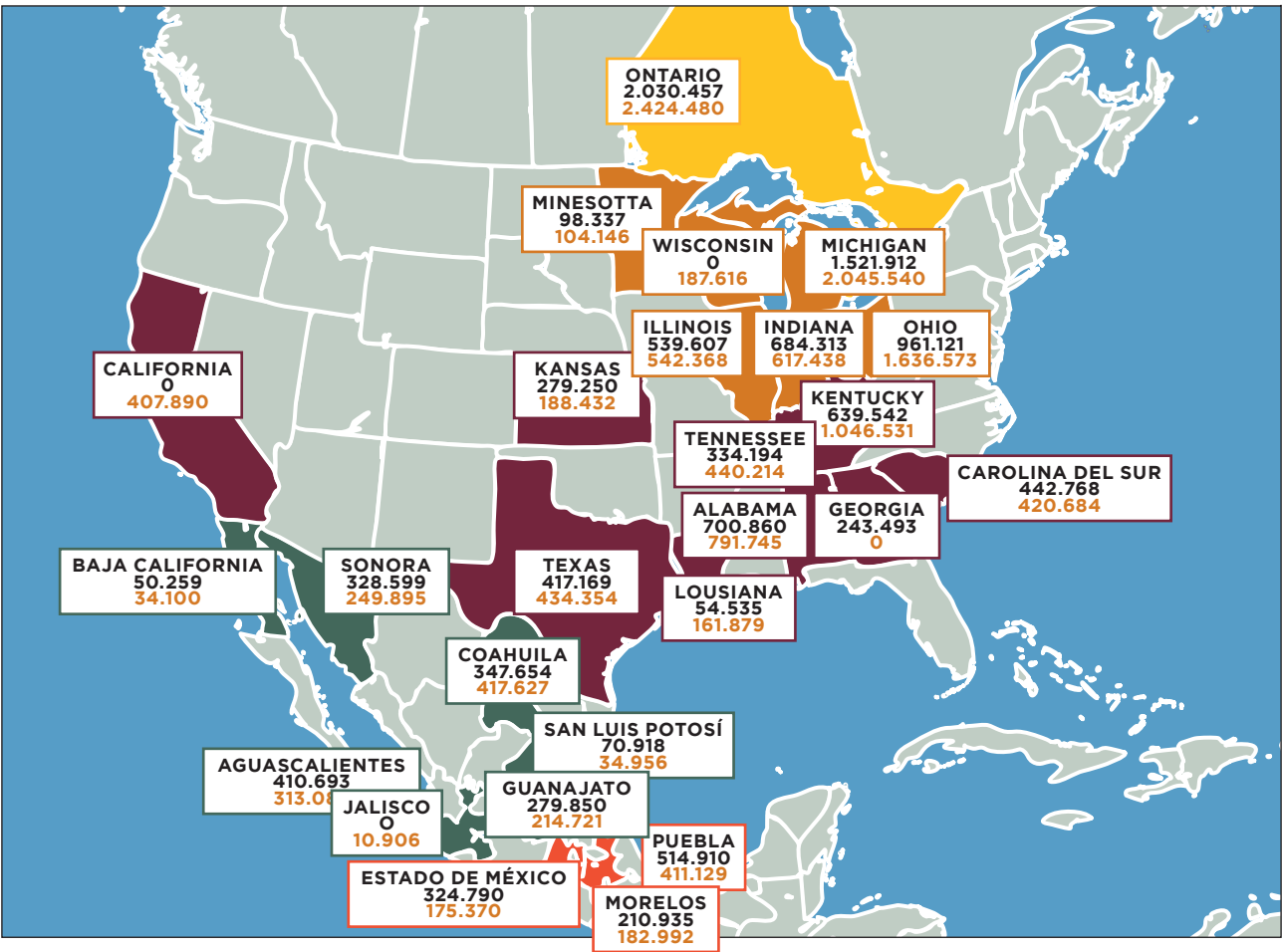
GRÁFICO 4

Producción de automóviles en 2007 y 2011

Región	2011		2007	
	Total	Promedio	Total	Promedio
1	3.906.092	114.885	5.168.834	152.025
2	3.770.521	157.105	4.732.815	197.201
3	1.050.635	262.659	752.466	188.117
4	1.487.973	165.330	1.275.289	141.699
5	2.030.457	184.587	2.424.480	220.407

Regiones

- Estados tradicionales EE.UU.
- Estados nuevos EE.UU.
- Estados tradicionales México
- Estados nuevos México
- Canadá



Fuente: USEG, El Colef, 2015.

NAFTA: localización de la industria automotriz

Producción promedio por planta

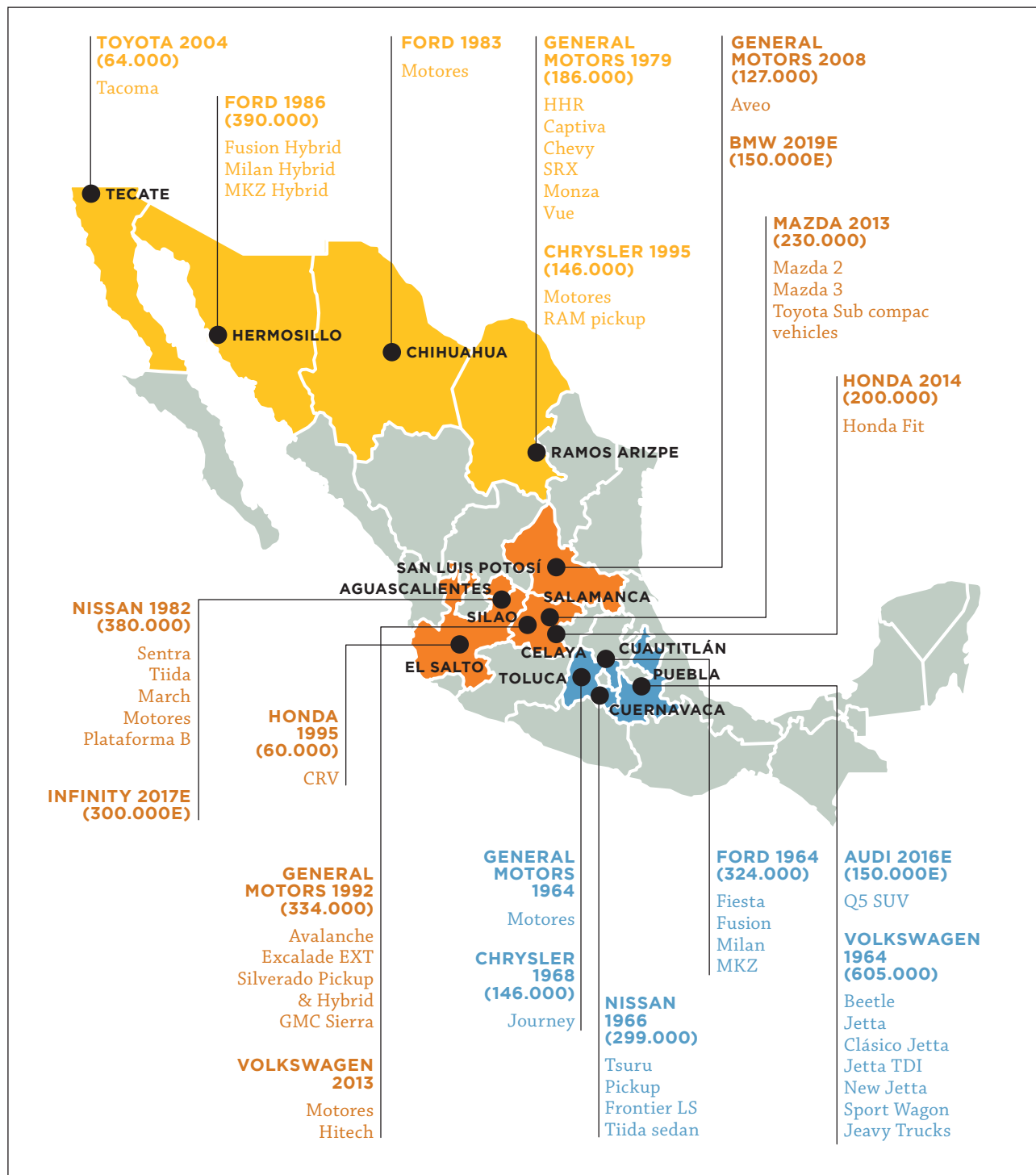
	2007	2013
EE.UU.	188.874	295.498
México	168.801	200.735
Canadá	317.769	231.949

Fuente: Alvarez & Carrillo, 2016 basado en Automotive News.

GRÁFICO 5

México: Plantas ensambladoras de autos y motores

Año de establecimiento y producción (2014)



Nota: Fiat-Chrysler, Toluca (2011 / 500.247) / KIA, Monterrey, NL, 2014 / VOLVO, Tultitlan; Edo e Mex, 2014 / Hyundai, Monterrey, NL, 2016 / Toyota, Celaya, GTO (2017e/200 k) / Ford (GTO) transmisiones, 2017.

México ocupa una posición importante en la industria automotriz no sólo en materia de exportación, sino también en la producción de vehículos. De acuerdo con un reporte de PWC (2014), este país ocupó, en 2014, el octavo lugar en la producción de automóviles en el mundo. Sin embargo, en 2016, la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA) reportó que en 2015 México se consolidó como el séptimo país productor mundial, y el primer productor de autos en América Latina con la fabricación de 3.565.469 automóviles, camionetas y camiones.

Las estadísticas internacionales indican que México ha presentado un crecimiento sostenido en la producción de vehículos ligeros en los últimos años por lo que se espera que, para el 2020, llegue a fabricar 5,1 millones de unidades, ocupando el quinto lugar como productor mundial (ORNELAS, SERGIO, 2015), y que la inversión extranjera directa aumente a 22,6 millones de dólares en ese mismo año (PROMÉXICO, 2015).

Si bien el crecimiento ha sido sostenido en el sector automotriz desde que se estableció el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, conviene resaltar que el dinamismo no tiene comparación a partir de la crisis económica del 2008-09, como se puede apreciar en el *Gráfico 3*. Este suceso aceleró la reconfiguración geográfica de la industria automotriz particularmente en la región del TLCAN (ÁLVAREZ y CARRILLO, 2016), viéndose con ello muy beneficiadas algunas regiones de México con la llegada de nuevas plantas ensambladoras finales y sus proveedores cercanos, como puede observarse en los *Gráficos 4 y 5*. Las regiones del Bajío, el centro y el norte de México se vieron altamente beneficiadas en este proceso.

Así como México, los países emergentes ocupan cada vez más un lugar destacado en la producción asociada a la cadena global automotriz. Por ejemplo, tal como se muestra en el *Cuadro 1*, en 2001 la tríada (Estados Unidos/Canadá, Europa y Japón –considerando a México) producía el mayor porcentaje de unidades en el mundo; sin embargo, en 2015, otros países emergen-

tes ocuparon lugares protagónicos en la fabricación de vehículos, destacando China con la producción del 25% del total de las unidades.

A pesar de que en la región del TLCAN se observó un detrimento de la producción de autos en 2015, es importante destacar el lugar particular que ocupa México. Tal como se observa en el *Gráfico 6*, Estados Unidos se mantiene como el principal país productor de vehículos, sin embargo, en los últimos años México ha logrado avanzar sustantivamente para posicionarse actualmente como el segundo país productor de autos en la región del TLCAN. Mientras que en 1970 representaba el 2% del total producido en la región y sólo el 6% veinte años después, para el año 2015 logró alcanzar el 28%.

A la par que la industria terminal, el sector de autopartes ha ido ascendiendo y escalando lugares en su participación internacional. En 2015, México se consolidó como el quinto productor de autopartes a nivel mundial y, desde el 2011, se ha mantenido como el quinto país exportador de autopartes en términos globales (Ornelas, 2016). Sin duda alguna la industria de autopartes es clave y ha ganado relevancia en

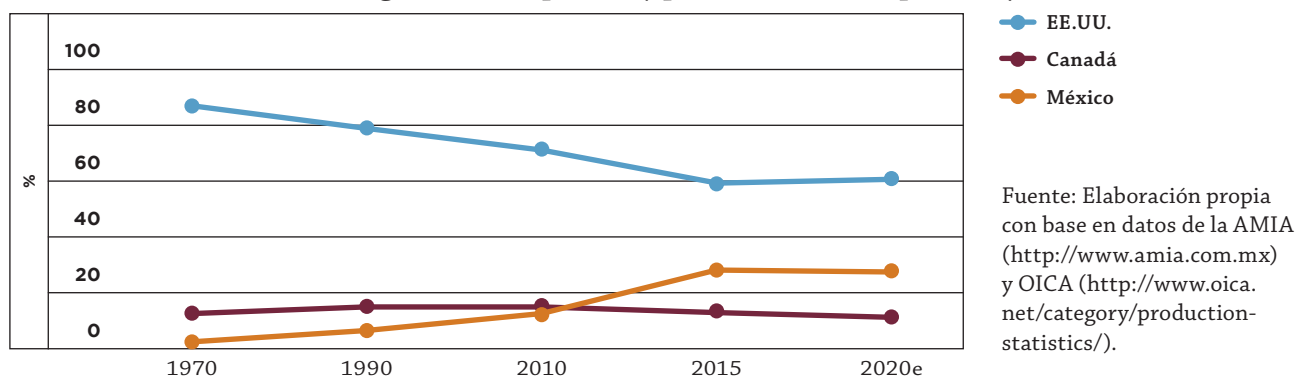
CUADRO 1
Comparación de la producción de unidades por país, 2001-2015 (en %)

	2001	2015
TLCAN	35	11
Europa Occidental	30	28
Japón	10	11
Sub Total	75	50
China	4	25
Resto de Asia	8	10
Este de Europa	4	4
América Latina	4	5
Otros mercados	5	7
Sub Total	25	50

Fuente: Elaboración propia con base en datos de AMIA (<http://www.amia.com.mx>) y OICA (<http://www.oica.net/category/production-statistics/>).

GRÁFICO 6

Producción de automóviles, región TLCAN, por año y país 1970-2020 (en porcentaje)



diversas cadenas y sectores no sólo del automotriz, sino también en las industrias aeroespacial, electrónica e incluso de telecomunicaciones. La convergencia tecnológica es cada vez mayor. Delphi, el principal proveedor global integrador de sistemas, por ejemplo, tiene una planta en Tijuana en donde la mitad de sus líneas de producción están dedicadas al sector automotriz y la otra mitad al sector aeroespacial (CARRILLO y PLASCENCIA, 2016).

En términos de empleo el sector automotriz ocupaba, en 2013, a 1.040.000 personas, de las cuales sólo el 6,8% se concentraba en los ensambladores finales y el 57,5% en las empresas proveedoras. El porcentaje restante se encontraba en la distribución y el *after market*. No cabe duda que el sector automotriz es intensivo en la generación de empleo, sin considerar su efecto de arrastre, como señalamos al inicio de este documento.

b) Dinamismo del sector aeroespacial

La industria aeroespacial (junto con la aeronáutica) no sólo comprende el ensamble de aviones y la fabricación de sus componentes, sino que incluye una amplia gama de actividades productivas destinadas a la construcción y diseño de aeroplanos, helicópteros, *launchers*, misiles y satélites, así como el equipo del que depende, además de los motores y equipos electrónicos que se utilizan a bordo (CARRINCAZEUX y FRIGANT, 2007).

Esta industria es considerada como de alta tecnología e intensiva en capital, y es prioritaria en las economías donde se establece. A diferencia del sector automotriz caracterizado por su producción masiva y la estandarización en plataformas, la aeroespacial se caracteriza por tener un modelo de alta mezcla y bajo volumen (CARRILLO y HUALDE, 2013). Además, por razones de seguridad nacional, ha tenido un alto grado de reserva, lo cual ha implicado que esta industria sea una de las que más han tardado en globalizarse.

Distintos pronósticos preveían desde hace una década un aumento sustantivo de la demanda aeroespacial civil y militar, el establecimiento o fortalecimiento de centros productivos de tecnología en países periféricos a Europa y Estados Unidos y, sobre todo, un amplio desarrollo en Asia, especialmente en China (HUALDE y CARRILLO, 2007). En este contexto países como México han ganado posicionamiento.

La industria aeroespacial exportadora ha crecido rápidamente en México. No obstante que las primeras empresas se ubicaron en este país con el inicio del programa de maquiladoras hace ya casi 50 años con el establecimiento de Rockwell Collins y Switch Luz en 1966 (CARRILLO y HUALDE, 2013), su contribución fue irrelevante hasta la llegada del nuevo milenio. Con el anuncio de la creación de una planta de operaciones de *clase mundial* en Querétaro en 2005 por parte de

Bombardier (2014) la situación cambió drásticamente (SECRETARÍA DE ECONOMÍA, 2012). Desde entonces el crecimiento ha sido exponencial como se muestra en el Cuadro 2.

En este sentido la industria aeroespacial es un sector emergente y dinámico con un crecimiento significativo en los últimos años. El aumento de sus indicadores desde 2001 ha sido exponencial. Mientras que en ese año se localizaban 65 plantas aeroespaciales en México y empleaban a 13 mil personas, para 2015 eran ya 350 empresas con más de 42 mil ocupados, de las cuales 80% eran de manufactura y 20% ofrecían servicios de diseño e ingeniería así como MRO (mantenimiento, reparación y operación) (TOVAR, 2015). La IED se incrementó en un 700% al pasar de 200 millones de dólares a 1.400 millones, y las exportaciones tuvieron un crecimiento meteórico. En una década y media la integración nacional aumentó también significativamente.

Las empresas aeroespaciales se encuentran distribuidas a lo largo del país, sin embargo, los estados de Baja California, Sonora, Nuevo León, Chihuahua y Querétaro concentran la mayor parte de plantas tal como se muestra en el Gráfico 7. Estos estados concentran el 64,5% de los empleos aeroespaciales del país (SE, 2012), lo que los convierte en principales promotores del crecimiento del sector. Además, varios de ellos han logrado conformar agrupamientos industriales dirigidos (*clusters*) como es el caso de Querétaro y Baja California. Los estados del norte concentran la mayoría de las empresas aeroespaciales en México. Al respecto, VARGAS y VARGAS (2014) argumentan que

entre las principales razones que explican lo anterior, sobresale la localización geográfica de las entidades del norte y su cercanía con el mercado estadounidense, la experiencia exitosa de otros sectores instalados en dichas regiones como el sector automotriz y el electrónico, entre otros.

Las agrupaciones industriales han conformado diferentes tipos de *clusters*. Aunque el gobierno federal supone la existencia de *clusters* estatales en sus programas de desarrollo, en realidad se trata más bien de agrupamientos locales. Tal es el caso de Tijuana, Mexicali, Chihuahua y Querétaro. Todos estos *clusters* cuentan con una organización y en el caso de Querétaro el liderazgo de las firmas de manufactura de equipo original (OEM por sus siglas en inglés) es indiscutible, así como sus alcances en materia de vinculación, como se ejemplifica claramente con el establecimiento en 2007 de la Universidad Nacional Aeronáutica de Querétaro. Chihuahua también destaca por las capacidades logradas, y en el caso de Tijuana y Mexicali, los esfuerzos son grandes por tratar de mantener una senda evolutiva.

Las empresas aeroespaciales, al igual que en el sector automotriz, son intensivas en mano de obra y en su mayoría ocupan trabajadores poco calificados. Pero hay una importante demanda creciente de empleo calificado sobre todo técnico y en menor medida de ingenieros. La calificación en el trabajo es importante, entre otras cosas, por estar asociada con la tecnología. Un estudio con plantas de aeropartes en Baja California encontró en 2007 que las empresas con una estructura de empleo más calificada eran

CUADRO 2

Principales indicadores de la Industria Aeroespacial en México 2001-2020

Indicadores	2001	2015	2020e	Var % 2001-2015
Número de plantas	65	350	450	539
Total de empleados (000)	13	42	110	292
IED (U\$S millones)	200	1.400		700
Exportaciones (U\$S millones)	270	6.100		2.259
Integración nacional (%)	7	30	50	429

Fuentes: Mexico Now, varios números; INEGI, Encuesta mensual de la industria manufacturera.

GRÁFICO 7

Localización de la Industria Aeroespacial en México (2015)



Fuente: Secretaría de Economía y FEMIA

https://docs.google.com/viewer?url=http://www.femia.com.mx/documentos/mapa_sector_aeroespacial.pdf.

aquellas más complejas productivamente, tenían más certificaciones, adoptaban mejores prácticas (como *six sigma*, *lean manufacturing*), tenían menos años de establecidas y eran mas estables sus trabajadores.

Al igual que en el segmento de las autopartes, este estudio encontró que las empresas de aeropartes eran disímiles en función de la complejidad productiva y el tipo de mano de obra que ocupan. Se encontraron tres tipos: *a) La planta ensambladora*: con gran antigüedad, gran especialización en un solo producto, personal con baja rotación y escasa escolaridad. Este tipo de planta encuentra dificultades para adaptar-

se a los requerimientos crecientes y prácticamente ineludibles de certificación. *b) La planta manufacturera multiproducto con diseño*: se trata de una planta de gran tamaño, que manufactura una cantidad importante de partes del interior del avión. Para este tipo de operaciones, los ingenieros deben llevar a cabo trabajos de diseño, lo cual a su vez les exige el dominio de un *software* especializado. Y *c) El centro de excelencia en ingeniería*: orientado hacia el diseño. Se trata de un centro con una gran variedad de competencias técnicas muy especializadas y con necesidades de personal con nivel de posgrado (CARRILLO y HUALDE, 2013).

2. PARTICIPACIÓN EN LA CADENA DE VALOR GLOBAL

a) La industria automotriz

La cadena del sector automotriz está conformada por diferentes segmentos: materias primas, autopartes, componentes, sistemas y módulos, ensambladoras de vehículos, distribución y servicios de postventa. En varios de estos segmentos, sino es que en todos ellos, se presentan actividades de investigación y desarrollo (I+D). Esta cadena se transformó sustancialmente con la llegada de la *lean production*, y actualmente se está continuamente evaluando con la tendencia al desarrollo de las energías alternativas a la combustión interna y la *Industria 4.0* –como se denomina en Alemania– (cfr. el Gráfico 8).

Desde los años ochenta del siglo pasado, la industria automotriz en México ha sufrido una gradual y profunda transformación como parte de las mega tendencias de la globalización y la regionalización (CARRILLO, *et al.*, 2004). La reorganización social ha implicado no sólo una reestructuración industrial, organizacional y laboral, sino una nueva geografía productiva orientada al mercado doméstico, pero principalmente al de exportación. En este contexto, la llegada de IED para ampliar o establecer nuevas plantas de ensamble final (como Ford, Nissan, Honda, Hyundai o Kia) ha estado acompañada de múltiples inversiones de proveedores globales de primer y segundo nivel (como Delphi,

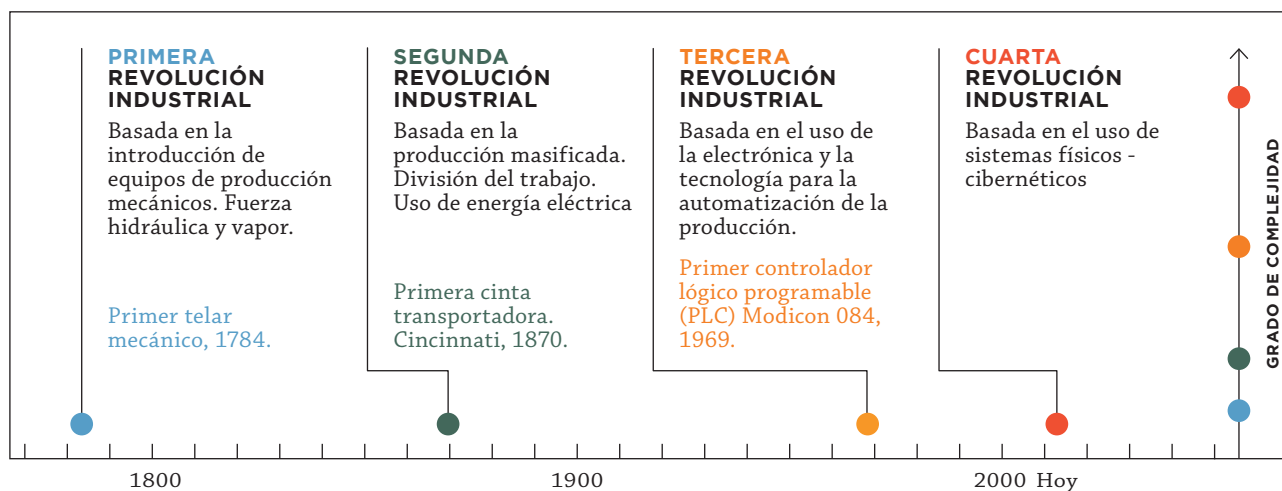
Denso, Lear o Valeo). Asimismo, diversas maquiladoras de autopartes se han localizado a lo largo del país con el fin de exportar sistemas y componentes. En este proceso, distintas funciones de la cadena global de valor han entrado a México: plantas de ensamble final, proveedores de distintos niveles e incluso empresas o actividades especializadas en diseño, investigación y desarrollo.

Si bien las empresas líderes son las que controlan la gobernanza de las cadenas (GEREFFI, 2015) han habido cambios sustantivos. De acuerdo con información de AMIA, mientras que en el año 2000 las Tres Grandes Americanas representaban el 58% de la producción de autos, para 2015 redujeron su participación al 46,3% y se espera que en 2021 sea de sólo 39,7%. Por su parte las Tres Grandes Japonesas (Nissan, Toyota y Honda) pasaron del 19% al 40,1% en el mismo período y alcanzarán, junto con Kia, el 38,7% en 2021. Las europeas se mantienen estables con un 21% lideradas fundamentalmente por Volkswagen.

Otro tanto sucede con la variedad de modelos. Actualmente circulan más de 40 marcas con 300 modelos en México, pero el 84% de ellos son importados y provienen de 25 países. Mientras que México exporta vehículos con precios aproximados de 30 mil dólares en promedio, importa unidades de 10.000 dólares.

GRÁFICO 10

De la industria 1.0 a la industria 4.0



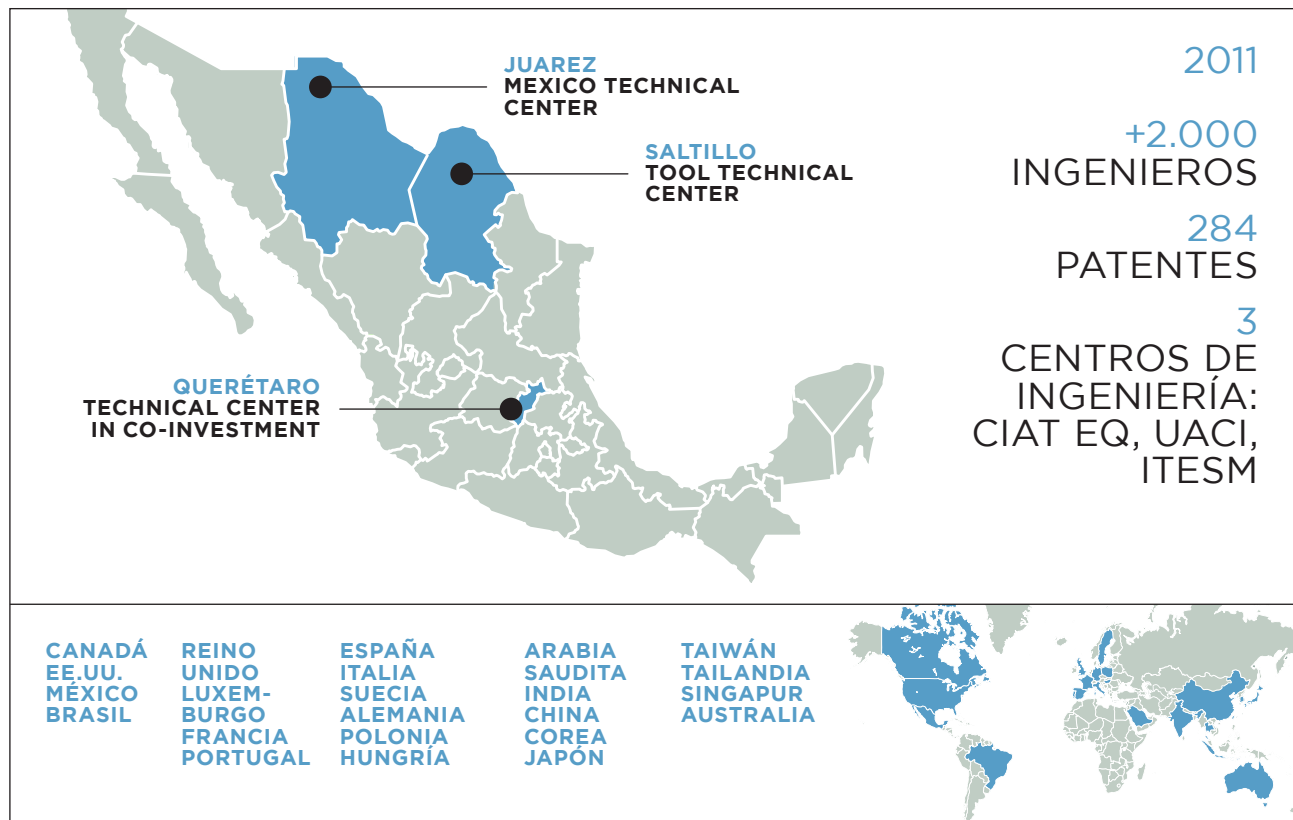
Los requerimientos internacionales y transformaciones constantes a las que se han enfrentado las empresas ensambladoras finales han influido en la dinámica del sector de autopartes, “...antes, la industria automotriz diseñaba el vehículo, producía la mayoría de sus partes y lo ensamblaba. Las empresas de autopartes tenían funciones muy claras en ese modelo productivo. El primer nivel de proveedores (Tier 1) manufacturaba componentes; el segundo nivel (Tier 2) producía algunas partes sencillas que se integraban al nivel Tier 1; y el tercer nivel (Tier 3) proveía materias primas al nivel Tier 2”. (MEDINA, 2013). Este modelo cambió sustantivamente, ya que empresas Tier 1 son ahora las que realizan la mayor parte de la I+D, como Delphi, Bosh o Valeo. Incluso empresas Tier 2 y 3 también se ven involucradas en la necesidad de realizar actividades de diseño. Además han surgido empresas especializadas (outsourcings) con las que trabajan tanto OEMs como

empresas de diferentes niveles de la cadena. Como muestra el *Gráfico 9*, los centros técnicos de Delphi están globalizados y México mantiene un rol central dentro de ellos.

En este sentido, particular relevancia tiene el desarrollo de los proveedores globales. La cadena de valor de la industria automotriz se ha visto transformada al incorporar a grandes empresas de sistemas como Delphi, Visteon o Bosh. Mientras que en 1995 las compañías fabricantes OEM aportaban 40% de la producción de vehículos automotores, en 2014, sólo aportaban 25% de la producción (ORTEGA, 2014). El establecimiento de proveedores globales en México ha dado paso a la conformación de al menos dos modelos de organización geográfica: el modelo satelital basado en una empresa OEM y sus proveedores cercanos de distintos niveles que le surten justo a tiempo, como el caso

GRÁFICO 9

Centros técnicos de Delphi (2011)



Fuente: Delphi, 2012

de la Ford en Hermosillo, VW en Puebla o Nissan en Aguascalientes. Y el modelo maquila, basado en una aglomeración de proveedores exportadores de distintos niveles, con poca o nula relación comercial dentro del territorio, pero con una importante interacción en el tejido inter-institucional del ecosistema. Por ejemplo, las autopartes de Ciudad Juárez han permitido el desarrollo de un *cluster* de talleres mexicanos de maquinados (DUTRENIT, *et al.* 2003). Asimismo, cada vez es más común observar empresas (y trabajadores) *outsourcings* dentro de las plantas armadoras y dentro de los proveedores globales.

Estos modelos organizacionales se encuentran a lo largo de México. Catorce estados y diecisiete localidades mantienen 24 OEMs (incluyendo las inversiones programadas), y más de 2.000 proveedores están localizados prácticamente en todo el país. Trescientos de ellos son empresas Tier 1.

En términos de las actividades de I+D, la globalización de dichas actividades desde mediados de los noventa han tenido un importante impacto en México. Se calcula que alrededor de 30 centros técnicos se encuentran en el país. El empleo generado en centros técnicos y departamentos o áreas de I+D alcanzó en 2009 a 13.126 personas, representando el 2,2% del total ocupado en la industria automotriz (CARRILLO y BENSUSÁN, 2015).

Estos cambios en la cadena de valor global han producido que el 20% de las firmas multinacionales en México haga *difusión a la inversa*, es decir, que las innovaciones realizadas por empleados mexicanos en empresas multinacionales sean usadas en las filiales de la misma transnacional en otros lugares del mundo (CARRILLO y BENSUSÁN, 2015).

Al igual que la industria aeroespacial, la cadena de suministros de la industria automotriz es una de las más amplias y diversificadas a nivel mundial (CARBAJAL, 2015). Su complejidad obedece fundamentalmente a tres factores; volumen de escala, alto número de componentes y altos requerimientos de certificación. Para

responder a esta complejidad el sector de autopartes –al igual que las OEMs– adaptó el sistema de la *lean production* que implicó, por un lado, la organización de los proveedores en una estructura piramidal de producción basada en diferentes niveles o tiers iniciando con integradores de sistemas, para pasar a componentes especializados y posteriormente componentes básicos. Y por otro lado, la aplicación-adaptación del sistema de gerencia y producción japonés, basado en el justo a tiempo y el control total de la calidad (ABO, 2014).

b) La industria aeroespacial

De acuerdo con CARRINCAZEAUX y FRINGANT (2007) la industria aeroespacial se ha caracterizado históricamente por una gran reserva, un alto nivel de integración vertical y una jerarquía muy marcada en la cadena productiva. 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. Los autores señalan que este modelo comenzó a cuestionarse en los años noventa debido a las fuertes transformaciones ocurridas en la industria electrónica y de telecomunicación, resultando por un lado, que los sistemas eléctricos y electrónicos tendrían una función más importante que el fuselaje, y por otro lado, que se organizaran pirámides con pocos proveedores globales que podían operar con mayor autonomía.

El cambio benefició a una categoría particular de actores: los proveedores globales y los subcontratistas especializados (CARRILLO y HUALDE, 2013). En esta recomposición de la cadena de valor, los armadores delegaron una proporción mayor del diseño, desarrollo y producción de componentes a los proveedores de primer nivel, con una fuerte especialización en cuestiones aeroespaciales. Al mismo tiempo, los proveedores de bienes intermedios y materias primas reforzaron su especialización sectorial para ser capaces de lidiar con la creciente complejidad de las tecnologías implementadas y asegurar la selección. Esta recomposición amplió el espectro de competencias complementarias relevantes, y la producción

aeroespacial dependió cada vez menos de las competencias que tenían empresas de ese sector y cada vez más de empresas de otros sectores (CARRINCAZEAX y FRINGANT, 2007).

Por su parte, SOTO (2015) menciona que pese a ser una industria global en términos de su mercado, es hacia los años ochenta que su cadena de producción se internacionaliza de forma más contundente. Anteriormente, las OEMs contrataban 20% de servicios externos para la construcción total de la aeronave y actualmente la proporción es cercana al 80% del valor agregado (BROWN y DOMÍNGUEZ, 2013). Por lo tanto, en las últimas 2-3 décadas la industria aeroespacial ha externalizado la cadena de valor creando oportunidades para países de menor costo, como México (BAMBER y GEREFFI, 2013). Lo que ha permitido una mayor especialización de las OEMs en diseño e investigación y una mayor integración de las empresas locales en la cadena de valor global aeroespacial.

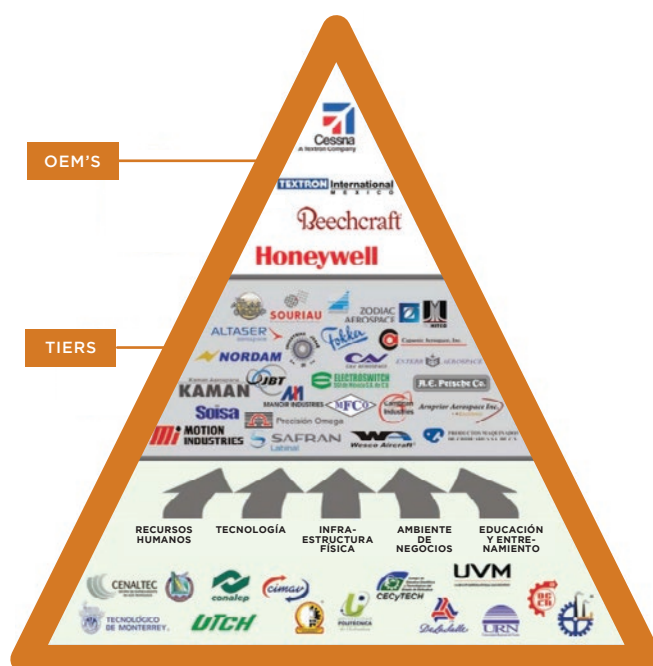
Al igual que la industria automotriz, el sector aeroespacial está organizado jerárquicamente en varios segmentos (BAMBER y GEREFFI, 2013; HUALDE y CARRILLO, 2007; NIOSI y ZHEGU, 2005). De manera simplificada se encuentran tres: en el primero están las empresas de equipo original como Airbus, Boeing, Bombardier y Embraer. En el segundo nivel están las empresas integradoras de sistemas (propulsión, aviónica, estructuras de fuselaje, motor de aterrizaje y sistemas hidráulicos). Y en el tercer segmento están los productores de partes o componentes.

No obstante la similitud con el sector automotriz, la industria aeroespacial está muy concentrada en cada segmento y hay pocos competidores. De acuerdo con CARRILLO y HUALDE (2013) en el primer segmento se encuentran las OEMs (Airbus, Boeing, Bombardier, Embraer y Eurocopter, por ejemplo) que diseñan aviones y helicópteros, hacen prospectiva de los mercados y contratan subensambles. En el segundo nivel se encuentran fabricantes de sistemas de propulsión (como General Electric, Pratt & Whitney o Rolls-Royce), productos de aviónica (Honeywell y Sex-

tant Avionique) y manufactureros de estructuras de *airframe* y subensambles del motor de aterrizaje y sistemas hidráulicos. En el tercer segmento están pocos productores de subensambles, sistemas hidráulicos y partes del fuselaje. Y en un cuarto nivel se tiene cientos de pequeñas y medianas empresas que producen partes y componentes (CARRILLO y HUALDE, 2013). Un ejemplo de esta cadena se presenta en el *Gráfico 10*.

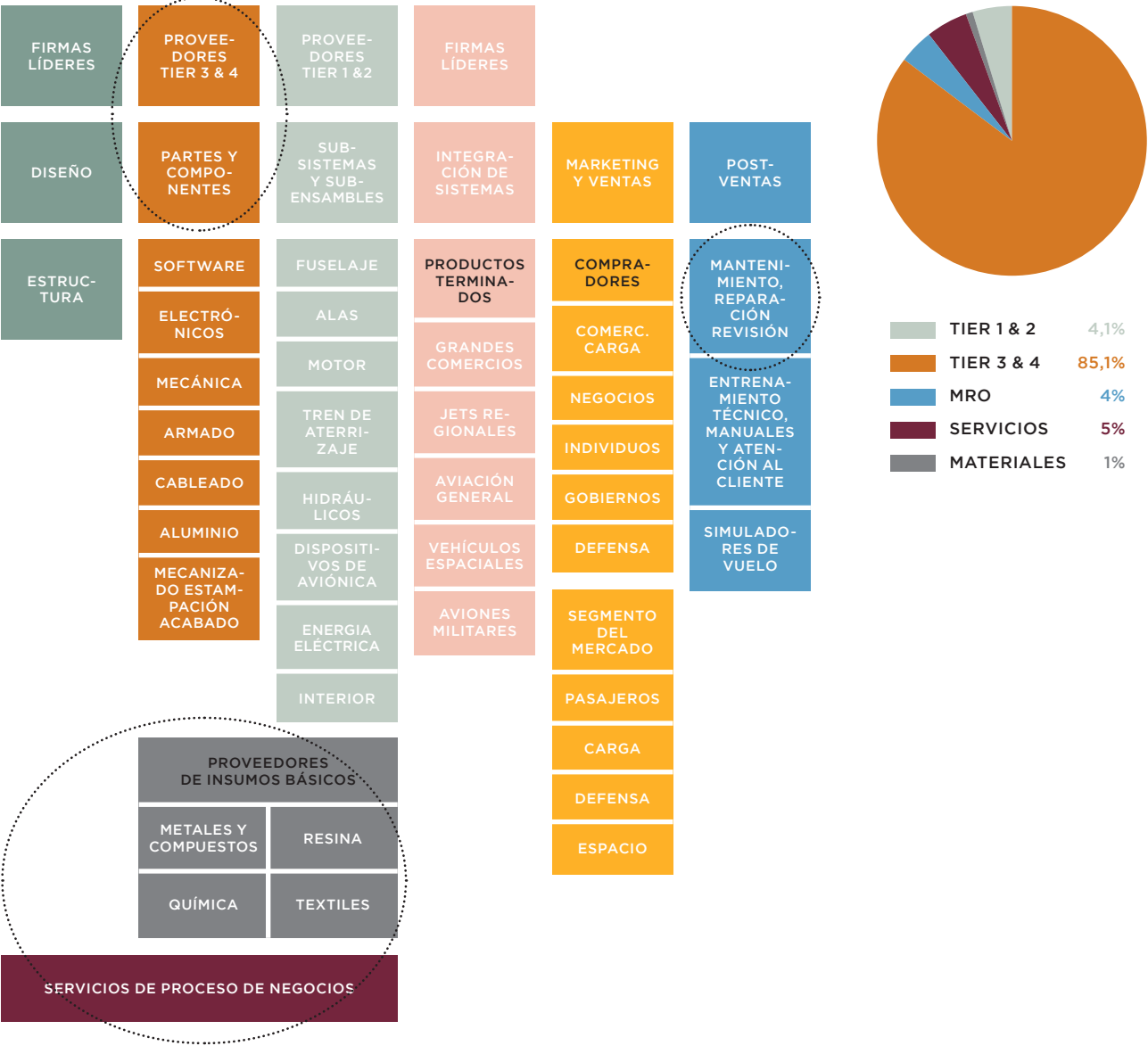
La industria aeroespacial es una de las mayores creadoras de productos de alta tecnología en el mundo y en consecuencia los gobiernos en México han establecido políticas de atracción de OEMs y aeropartes (GOMIS y CARRILLO, 2016). El enorme dinamismo del sector ha venido acompañado de un crecimiento en el número de empresas, empleo y exportaciones. Pero de mayor importancia ha sido la diversificación de las funciones en la cadena de valor (subensambles, producción, ingeniería, I+D y MRO) (GOMIS y CARRILLO, 2016). Al igual que en el automotriz hay centros de I+D

GRÁFICO 10
Estructura de la cadena de valor global aeroespacial en Chihuahua



Fuente: Ornelas, Miguel Angel, 2015.

GRÁFICO 11
Cadena de valor global en la industria aeroespacial en Baja California



Fuente: Adaptación de Baber y Gereffi, 2013:8; Gomis y Carrillo, 2015.

en el sector aeroespacial. Honeywell en Mexicali es un buen ejemplo de ello. Además están creciendo en número y en capacidades estos centros y cada vez más vinculados a las instituciones de educación superior en México, particularmente en el centro del país con la Universidad Aeronáutica de Querétaro.

Además de caracterizarse por su dinamismo, el sector aeroespacial se ha distinguido por su complejidad, debido a los altos estándares de calidad requeridos para su cumplimiento, como a las diversas actividades involucradas en el proceso de diseño y manufactura de aeronaves, en el que se involucran a otros sectores industriales.

A pesar que las empresas mexicanas se encuentran participando activamente como proveedores de los tres niveles clave de la industria aeronáutica, diversos estudios (FEMIA, 2012; HERNÁNDEZ, 2015; GOMIS y CARRILLO 2016) han evidenciado que su participación en la cadena de valor aeroespacial ha estado orientada a actividades de bajo valor agregado y con poca especialización, además, la inserción de las empresas mexicanas a dicha cadena de valor ha estado condicionada por diversos factores y son pocas las que se han logrado insertar (HERNÁNDEZ, 2015). En el caso de Baja California, por ejemplo, un estudio encontró hace diez años que los procesos productivos más importantes eran, en orden de importancia: componentes para maquinaria, arneses y cables, componentes para sistemas de aterrizaje, inyección plástica, intercambiadores de calor, equipo de precisión, reparación de superficies de sustentación, sistemas de audio y video, componentes electrónicos e interiores (Producen, 2006). Más recientemente un estudio de capacidades productivas de las empresas encontró que tres actividades eran las centrales en los *clusters* de Tijuana y Mexicali: arneses y accesorios de cables eléctricos; propulsores, rotores y partes y componentes para motores; y componentes eléctricos y auxiliares *airborne* (GOMIS y CARRILLO, 2016). Como muestra el *Gráfico 11*, más del 80% de

las plantas se encontraban en los niveles Tier 3 y 4, y varios proveedores eran de insumos básicos y servicios de procesamiento, ubicándose de esta manera en un lugar bajo dentro de la cadena de valor.

No obstante que los productos más relevantes son básicamente los mismos y que las empresas ocupan un lugar bajo en la cadena, sí se logra observar un escalamiento en relación a las funciones. Mientras que en 2003 las plantas aeroespaciales en su mayoría eran de manufactura en Baja California (77% del total), las de MRO representaban el 12%, y las de ingeniería y diseño alcanzaban el 10% (MEXICO NOW, 2007), once años más tarde la estructura se modificó de la siguiente manera: 72% manufactura, 11% MRO y 18% ingeniería y diseño (GOMIS y CARRILLO, 2016). De esta manera podemos mencionar que aún en *clusters* no dirigidos por firmas OEMs, como en Baja California, se puede observar un proceso de *upgrading* en la cadena de valor en las empresas del sector aeroespacial. Desde luego en regiones como Querétaro este proceso es aún mucho más claro.

3. OPORTUNIDADES Y RETOS PARA LOS SECTORES AUTOMOTRIZ Y AEROESPACIAL

a) Oportunidades

Como sería comprensible hay oportunidades, al igual que retos, que son semejantes para ambos sectores y otros que son de carácter específico. Aquí deseamos resaltar aquellos mas generales.

Quizás la oportunidad más evidente es que en México se han establecido a lo largo de varias décadas empresas multinacionales líderes dentro de las cadenas de valor global: empresas de equipo original, empresas de diseño original, proveedores Tier 1 y 2, manufacturas por contrato y compañías de servicios especializados. Tanto en la cadena del sector aeroespacial, y principalmente en la automotriz, se pueden identificar empresas líderes mundiales. Si se parte de que la globalización económica es producto de la producción internacional y las redes comerciales son organizadas por las firmas multinacionales (GEREFFI, 2015), no hay duda de que estas compañías operando en México para el mercado dual (la exportación y el doméstico) tienen no sólo una presencia clave en el país sino –como se argumentó anteriormente– para toda la región del TLCAN.

Una segunda oportunidad relevante, es que están de moda nuevamente, particularmente en los países emergentes, las políticas sectoriales. Las oportunidades de insertarse en CVG han ido de la mano de políticas públicas sectoriales tanto en países desarrollados, pero particularmente en países emergentes como los BRICs y como México. Como señala GEREFFI (2015), retomando a CRESPI *et al.*, (2014) y a BALDWIN (2011), la política sectorial está en auge y se ha revitalizado su debate. Las decisiones estratégicas que toman las empresas multinacionales para reubicar sus actividades productivas, de investigación y diseño, o de postventa a través de la inversión extranjera directa, cada vez más depende de las políticas, los programas y los incentivos que se ofrecen tanto a nivel federal, pero sobre todo en el nivel estatal. Como lo señalamos previamente, conforme el comercio mundial se sobrepone de la crisis económica de 2008-2009, los sectores automotriz y aeroespacial se han convertido en un importante motor del cre-

cimiento en México (cfr. el *Gráfico 2*). En efecto, las diferentes administraciones gubernamentales en este país, desde el TLCAN hasta nuestros días, han favorecido a la industria automotriz, y más recientemente al sector aeroespacial, al considerarlas como sectores clave para el crecimiento económico.

La tercera oportunidad es el aprendizaje tecnológico y el incremento de las capacidades productivas. GEREFFI (2015) señala al respecto que la política de atracción tanto de OEMs como de proveedores internacionales, tiene ventajas a la larga: las empresas líderes cuentan con proveedores globales cercanos y con CVG más extensas para toda una variedad de insumos y servicios (desde el diseño, la producción y la logística, hasta la mercadotecnia y la distribución); reducen el riesgo y las barreras de entrada para las pymes, brindan acceso a capacidades y escalas que superan lo que hay disponible en el país, y garantizan que los productos y servicios estén actualizados (GEREFFI, 2015).

En efecto, y de acuerdo con este mismo autor, hay tres distintas políticas sectoriales: horizontales, verticales y orientadas a las CVG (GEREFFI, 2015). Entre las horizontales sobresalen las de educación y capacitación. Entre las sectoriales las universidades temáticas, los fondos para I+D y el desarrollo de *clusters*, incluyendo instituciones articuladoras (públicas y privadas). Y en el caso de las CVG se encuentra el fomento de la inversión para atraer empresas Tier 1 y 2, así como el desarrollo de proveedores nacionales. Dado que la gobernanza de las CVG depende fundamentalmente de las empresas líderes y de la organización de las industrias internacionales, el nicho donde las regiones y los actores locales pueden tener una mayor injerencia es precisamente en el escalamiento (*upgrading*).

Como ejemplo, en términos de oportunidades más específicas, sobresalen en el sector automotriz –de acuerdo con ProMéxico (2015)–, las siguientes:

- Ampliación de capacidades de diseño y de manufactura avanzada

- Proveeduría de partes: troquelado y estampado, fundición, forja, maquinado, semi-conductores, inyección de plásticos, diseño e ingeniería, alfombras y vestiduras, *die casting*, cables y alambres, componentes eléctricos, tratamientos, ensambles mecánicos, software embebido, etc.
- Escalamientos en los diferentes sistemas y subsistemas de los autos de combustión interna: eléctrico y electrónico, alimentación de combustible, transmisión, tracción, suspensión, enfriamiento, escape, de frenos y seguridad, así como componentes de carrocería, motor y sus partes, y ruedas y neumáticos.

En otras palabras, y de acuerdo con STARITZ *et al.* (2011) y GEREFFI (2015) las CGV pueden brindar a las pymes un mejor acceso a la información, abrir nuevos mercados y crear oportunidades para el rápido aprendizaje tecnológico. Los estándares internacionales (como las certificaciones y las mejores prácticas) generalmente son superiores a los utilizados en países como México, con lo cual las empresas y las personas adquieren nuevas competencias y aptitudes al participar en las CGV.

b) Retos

Nuevamente, resaltando los obstáculos generales para ambos sectores destacan principalmente el desarrollo regional, es decir, la integración local a las cadenas de valor global. Al respecto, GOMIS y CARRILLO (2016) señalan dos principales obstáculos a los que se enfrentan las empresas mexicanas para insertarse a la CVG en el sector aeroespacial: los altos costos de la certificación y la falta de confianza de las multinacionales respecto a las empresas mexicanas.

Otros retos de tipo horizontal son la logística (mejora en carreteras, contenedores marítimos y terrestres, tráfico transfronterizo) y los recursos humanos (aumentar la inversión y gestión de la calidad en educación, capacitación y calificación). En particular en el caso del sector automotriz, la expectativa de producir 5,1 millones de unidades en 2020 tiene serias implicaciones en términos de logística, ya que se adicionarán al flujo actual

millones de partes y componentes, y en términos de recursos humanos, se elevarán las presiones por contratar trabajadores calificados tanto para las operaciones de manufactura como para las de innovación.

En relación a la política sectorial, GEREFFI (2015) menciona que debe reconocerse que muchas de las multinacionales que actúan como líderes en las CVG están reduciendo sus cadenas de suministro de cientos o incluso miles de proveedores en decenas de países de cada continente del mundo, a un número mucho más reducido (tal vez sólo entre 20 y 30) de fabricantes más capaces y ubicados estratégicamente. Unos pocos países están controlando una proporción cada vez mayor de la producción mundial en cada sector (GEREFFI, 2015). Este autor señala un importante riesgo ya que estos proveedores globales están atendiendo tanto los mercados domésticos como los de exportación y está creciendo la dependencia hacia los insumos y servicios importados. No obstante, *“El abastecimiento internacional significa que la cadena de valor completa tal vez no se logre nunca, pero también asegura una participación constante en tecnologías de punta, estándares y las mejores prácticas del ramo”* (GEREFFI, 2014).

Por último, y no de menos importancia, es el gran reto de vincular el escalamiento económico con lo social, muy especialmente con la calidad en el empleo. (BARRIENTOS *et al.*, 2011; CARRILLO, BENSUSÁN y MICHELI, 2016). En un estudio reciente de El Colegio de la Frontera Norte se encontró que sólo el 21% de las firmas multinacionales en México eran innovadoras e incluyentes, mientras que el 39% eran innovadoras o incluyentes (pero no las dos a la vez). Lo más revelador fue que el 41% ni innovan ni son incluyentes. Sólo empresas automotrices como MTC de Delphi en Juárez o VW en Puebla, y Honywell y Cesna en Chihuahua en el sector aeroespacial, mantenían una articulación positiva entre innovación e inclusión social (CARRILLO, BENSUSÁN y MICHELI, 2016).

Después de repasar las ventajas asociadas a las cadenas globales de valor, Gereffi concluye que éstas no son una panacea y que el desarrollo muy rápido o

comprimido motivado por las CVG puede originar nuevos problemas económicos y sociales. Se destacan los siguientes (GEREFFI, 2015):

- la atención médica y la educación (WHITTAKER *et al.*, 2010),
- las barreras al aprendizaje y, con el tiempo, ocasionar un desarrollo desigual,
- los fabricantes por contrato y los proveedores de servicios tienden a obtener menos ganancias y pagar salarios más bajos (LÜTHJE, 2002),
- los estándares y certificaciones que son una condición necesaria pero insuficiente para el escalamiento económico.

En el caso del sector automotriz, algunos de los retos específicos que conviene resaltar son los siguientes:

- No están suficientemente presentes las energías alternativas (*i.e.* eléctricos, híbridos) ni sus trayectorias (de vehículos eléctricos al hidrógeno, de biodiesel a solares, de híbridos a gas natural) (PRO-MÉXICO, 2015). La combustión interna llena casi por completo la producción y comercialización en México.
- Hay una articulación débil de industrias de energías limpias con la producción y servicio de vehículos y movibilidades eléctricos y de otro tipo de sistemas de propulsión alternativos (COVARRUBIAS, 2014).
- Hay una articulación débil entre los *clusters* (incluso a nivel estatal, como en Baja California) y en el desarrollo de los mismos (incipiente en Puebla).
- La información es deficiente para la toma de decisión (sobre multinacionales, directorios, empleo, etc.).

Y en el caso del sector aeroespacial diversos factores están afectando su dinamismo desde hace una década: a) los precios de los combustibles en un escenario de escasez del petróleo y sus derivados, b) la saturación del tráfico aéreo y de las infraestructuras –principalmente los aeropuertos–, y c) las transformaciones tecnológicas para reducir la contaminación derivadas de la lucha contra el cambio climático (CARRILLO Y HUALDE, 2013).

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Es ineludible el dinamismo y la importancia económica de los sectores automotriz y aeroespacial en México. Ambas industrias están integradas a cadenas de valor global con un alto regionalismo en Norteamérica. La presencia de empresas líderes mundiales, tanto ensambladoras de equipo original como Tier 1 y 2, es contundente en estos sectores. Si bien se trata de industrias de manufactura, las firmas realizan una amplia gama de actividades y funciones de la cadena de valor. Su posicionamiento mundial y, sobre todo, regional, ha crecido de manera sostenida a lo largo de varias décadas. Las ventajas de contar con estas industrias son numerosas, y se pueden resaltar la generación de empleo, el aprendizaje tecnológico, la formación de capacidades locales, la constitución de *clusters* regionales, la mexicanización y autonomía en la capacidad de decisión de las gerencias, el enriquecimiento en el trabajo derivado de los estándares internacionales y el desarrollo de proveedores mexicanos, aunque aún incipiente.

Lo anterior permite asegurar que el desarrollo de las industrias automotriz y aeroespacial han seguido un proceso de escalamiento (*upgrading*) industrial o económico. No obstante, poner las campanas a replicar sería riesgoso. Hay importantes retos que no es claro se estén superando. Entre otros, podemos mencionar los siguientes: las empresas vinculadas a las CVG no siguen un proceso lineal de *upgrading* y sólo abarcan alrededor del 25-30% de las empresas exportadoras en México (CARRILLO Y GOMIS, 2014) y a menos del 20% de los trabajadores (INEGI). La tendencia de la manufactura avanzada en México (Industria 4.0 en Alemania, Industria 5.0 en Japón, Made in China 2025) caracterizada por la convergencia tecnológica de varios sectores, se encuentra aún rezagada frente a los países desarrollados. Alcanza al 30% de las empresas multinacionales, pero es probable que se trate de situaciones parciales más que de trayectorias sólidas. El regreso de empresas que se fueron a China, el aumento de la IED y la *clusterización* son procesos en ascenso, pero abarcan a pocos sectores específicos, y se basan fundamentalmente en bajos costos, bajos salarios y son débiles los eslabones locales y la

coordinación de los ecosistemas es frágil. Finalmente, aún son mayoría las empresas multinacionales ni innovadoras ni incluyentes.

BIBLIOGRAFÍA

- ABO, TETSUO (2014). *Researching international transfer of the Japanese-style management and production system: Hybrid factories in six continents*, Asian Business & Management, No. 5, pp. 5-35.
- ALVARES, LOURDES y CARRILLO, JORGE (2016). *¿Cómo la crisis del 2008-09 afectó la reestructuración de la industria automotriz en la región del TLCAN?* en C. Calderón (coord.) TLCAN, Tijuana, El Colef (en prensa).
- BALDWIN, RICHARD (2011). *Trade and industrialisation after globalisation's 2nd unbundling: How building and joining a supply chain are different and why it matters*. Cambridge, MA, Agencia Nacional de Investigación Económica, Documento de Trabajo 17716, Diciembre. Acceso electrónico: <http://www.nber.org/papers/w17716>.
- BAMBER, PENNY y GEREFFI, GARY (2013). *Costa Rica in the Aerospace Global Value Chain: Opportunities for Entry & Upgrading*. Durham, NC: Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University. Available at: <http://www.cggc.duke.edu/gvc/project.php?proj1/4180>.
- BARRIENTOS, STEPHANIE; GARY GEREFFI y ARIANNA ROSSI (2011). *Economic and social upgrading in global production networks: A new paradigm for a changing world*. International Labour Review, núm. 150, vol. 3-4, pp. 319-340.
- BOMBARDIER (2014). *Bombardier: más de 20 años en México*. Querétaro, México.
- BROWN, FLOR y DOMINGUEZ, LILIA (2013). *Industria aeronáutica en México y su experiencia en la cadena global de valor*, en XV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica: Las nuevas condiciones y espacios para el desarrollo científico, tecnológico e industrial y la cooperación internacional, Porto, 27-31 octubre 2013.
- CÁMARA DE DIPUTADOS H. CONGRESO DE LA UNIÓN (2005). *Evolución del sector manufacturero de México 1980-2003*, México, D.F., Centro de Estudio de las Finanzas Públicas. Disponible en: <http://www.cefp.gob.mx/intr/>
- edocumentos/pdf/cefp/cefp0022005.pdf, consultado el 7 de julio de 2016.
- CARBAJAL, YOLANDA (2015). *Evolución, condiciones actuales y retos del sector automotriz en México y en el Estado de México*, Estado de México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- CARBAJAL, YOLANDA; ALMONTE, LEOBARDO y MEJÍA PABLO (2013). *Efectos de la industria automotriz en la dinámica productiva en cuatro regiones de México*, en *Smart Regions for a Smarter Growth Strategy*, Oviedo, Universidad de Oviedo, 21 y 22 de noviembre.
- CARRILLO, JORGE y BENSUSÁN, GRACIELA. *El debate sobre innovación y progreso sociolaboral. Algunos resultados sobre las multinacionales en México*, Conferencia Internacional Multinacionales frente al Desarrollo Tecnológico y el Empleo, Instituto de Investigaciones Económicas-COLEF, México, Octubre 22-23, 2015.
- CARRILLO, JORGE, BENSUSÁN, GRACIELA y MICHEL, JORDY (coordinadores). *¿Es posible innovar y mejorar laboralmente? Estudio de trayectorias de empresas multinacionales en México*, Ed. UAM-Azcapotzalco, México, 2016 (en dictamen).
- CARRILLO, JORGE y PLASCENCIA, ISMAEL (2016). *Convergencia Tecnológica en las Maquiladoras de México: un caso paradigmático* en M- Cassalet (coord.) *Convergencia tecnológica en México*, FLACSO, México, (en prensa).
- CARRILLO, JORGE; VILLAVICENCIO, DANIEL; DE LOS SANTOS, SAÚL y PLASCENCIA, ISMAEL (2016). *Made in Mexico. Desafíos para la ciencia y la innovación en la frontera norte*, El Colegio de la Frontera Norte y Consejo Mexicano de Ciencias Sociales, Tijuana (en prensa).
- CARRILLO, JORGE y GOMIS, REDI (2014). *Empresas multinacionales en México: ¿innovación con inclusión social?* en Alejandro Foxley y Barbara Stallings (editores), *Economías Latinoamericanas. Cómo avanzar más allá del ingreso medio*, Center for Latin American & Latino Studies & CIEPLAN, Santiago, Chile, 2014, pp.391-427.
- GOMIS, REDI y CARRILLO, JORGE (2016). *The role of multinational enterprises in the aerospace industry cluster in Mexico: The case of Baja California en Competition & Change* (en prensa) (SAGE Article Number: 656511).
- CARRILLO, JORGE y HUALDE, ALFREDO (2013). *¿Una maquiladora diferente?: Competencias laborales y profesionales en la industria aeroespacial en Baja California M. Cassalet (ed.) La industria aeroespacial. Complejidad productiva e institucional, México, FLACSO, pp.163-197.*
- CARRILLO, JORGE, LUNG, YANICK Y VAN TULDER, ROB (Editores) (2004). *Cars, Carriers of regionalism?*, Palgrave-Macmillan/GERPISA, London/New York, 309 p. (ISBN 1-4039-2144-X).
- CARRINCAZEAX, CRISTOPHE y FRIGANT, VINCENT (2007). *The Internationalization of the French Aerospace Industry: To What Extent Were the 1990s a Break with the Past?*, Competition and Change, vol. 11, núm. 3 (septiembre), pp. 261-285.
- COVARRUBIAS, ALEX (2014) *Explosión de la Industria Automotriz en México: De sus encadenamientos actuales a su potencial transformador*, Análisis, no. 1, Hermosillo, marzo.
- CRESPI, GUSTAVO, FERNÁNDEZ-ARIAS, EDUARDO Y STEIN, ERNESTO (eds.) (2014). *Rethinking Productive Development: Sound Policies and Institutions for Economic Transformation*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C
- DUTRÉNIT, GABRIELA; VERA-CRUZ, ALEXANDRE y GIL, JOSÉ LUIS (2003). *Estadísticas del Sector de Maquinados Industriales en Ciudad Juárez 2001-2002. Características de mercado tecnológicas y empresariales*, México: Aidat y UAM.
- FEDERACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA AEROSPAECIAL (2012) *Pro-Aéreo 2012-2020 Programa estratégico de la Industria Aeroespacial*, México, FEMIA y Secretaría de Economía.

GEREFFI, GARY (2014). *Global value chains and international competition*. Antitrust Bulletin, núm. 56, vol. 1, p. 37-56.

GEREFFI, GARY (2015). *Global value chains, development and emerging economies*, United Nations University, UNU-MERIT, Working Paper Series 2015-047.

GOMIS, REDI y CARRILLO, JORGE (2016). *The role of multinational enterprises in the aerospace industry clusters in Mexico: The case of Baja California*, Competition and Change (en prensa).

HERNANDEZ CHAVARRIA, JUANA (2015). *Las empresas mexicanas en la cadena de valor de la industria aeronáutica*, tesis de doctorado, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México.

HUALDE, ALFREDO y CARRILLO, JORGE (2007). *La industria aeroespacial en Baja California. Características productivas y competencias laborales y profesionales*. Tijuana, Baja California: El Colegio de la Frontera Norte.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2014). *La industria automotriz en México 2014*. Series Estadísticas sectoriales, México, INEGI, disponible en: <http://www.amdamex.mx/images/industriaautomotriz14.pdf>, consultado el 7 de julio 2015.

LÜTHJE, BOY. (2002). *Electronics contract manufacturing: Global production and the international division of labor in the age of the Internet*. Industry and Innovation, núm. 9, vol. 3, pp. 227-247.

MUNDO EJECUTIVO (2012) *Autos vendidos en EU, 1 de cada 4 hecho en México*, en Mundo Ejecutivo, sector Industria, 20 de marzo 2012. Disponible en: <http://mundoejecutivo.com.mx/economia-negocios/2012/11/20/autos-vendidos-eu-1-cada-4-hecho-mexico>, (consultado el 16 de agosto 2012).

NIOSI, JORGE y MAJLINDA, ZHEGU (2005). *Aerospace clusters: Local or global knowledge spillovers?* Industry & Innovation vol. 12, no.1, pp. 5-29.

ORNELAS, MIGUEL ANGEL (2015). *Acciones de Formación Profesional y Recursos Humanos para Beneficio de los Clusters Aeroespaciales de Mexico* (Ponencia), Conferencia Internacional Principales retos del sector aeroespacial en México, Brasil y Canadá, COLEF/PITT-TEC/ENAH, Chihuahua, Mayo 13-14.

ORNELAS, SERGIO (2015) *Mexico's Auto Industry Goes turbocharge*, MEXICONOW, pp.21-38.

ORNELAS, SERGIO (2016) *Mexico's Auto Industry Roars*. Electronics Disrupt Auto Sector, MexicoNow, pp. 23-36.

ORTEGA, MIGUEL (2014). *Maximizando el desempeño de la cadena de valor*, en Revista Enfasis Logística, publicado 10 de julio. Disponible en: <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/70076-maximizando-el-desempeno-la-cadena-valor->.

PRICE WATERHOUSE COOPERS (2014). *Doing Business in Mexico*. Automotive Industry, México, PWC.

PRODUCEN (2006). *México y la industria aeronáutica global. Una publicación para entender, obtener información y generar estrategia*. Producen-Centro de inteligencia Estratégica. Edición 2005-2006, Tijuana (documento interno)

PROMEXICO (2014). *National Flight Plan. Mexico's Aerospace Industry Roadmap 2014*. México, DF, ProMexico. Available at: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/Roadmap-Aerospace-2014.pdf> (consultado el 26 de octubre de 2015).

ProMexico (2015) *The Mexican Automotive, A success history with a promising future*, México, D.F. ProMexico, Available at: <https://www.promexico.gob.mx/documentos/revista-negocios/pdf/abr-2015.pdf> (consultado el 26 de octubre de 2015).

SANCHEZ, AXEL (2016) *México rompe record histórico de producción y exportación automotriz en 2015* en El Financiero, sección Empresas, 11 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/>

mexico-rompe-record-historico-de-produccion-y-exportacion-automotriz-en-2015.html.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA (2012) *Industria Aeronáutica en México*. México, DF: Secretaría de Economía, Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología, disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Industria_Aeronautica.pdf (consultado en 14 de julio de 2015).

SOTO, ENRIQUE (2015) *Innovación y desarrollo en el sector aeroespacial: un análisis comparativo de los casos de Canadá y México*, en Jorge Carrillo y Oscar Conteras, Experiencias estatales y transfronterizas de innovación en México, Tijuana, El Colef/COMECOSO.

STARITZ, CORNELIA, GEREFFI, GARY y CATTANEO, OLIVIER (eds.) (2011). *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, núm. 4 (1-3). Número especial, *Shifting end markets and upgrading prospects in global value chains*.

VARGAS, MARÍA y VARGAS, JOSUE (2014). *Competencias profesionales demandadas en el sector aeroespacial*, Tijuana, Colección Centro de Investigación y vinculación estratégicas, Ediciones ILCSA (ISBN: 978-607-95975-2-8).