

## Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor: el caso del sector aeroespacial en México

**Sandoval Cabrera, Seyka; Morales Sánchez, Mario Alberto; Díaz Rodríguez, Héctor Eduardo**

Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor: el caso del sector aeroespacial en México

Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, vol. 7, núm. 20, 2019

Universidad Nacional Autónoma de México, México

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457659382003>

**DOI:** <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.20.68425>

# Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor: el caso del sector aeroespacial en México

Upgrading strategy in global value chains: The case of the aerospace sector in Mexico

Seyka Sandoval Cabrera <sup>a</sup> [scsv9@hotmail.com](mailto:scsv9@hotmail.com)  
*Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México*

Mario Alberto Morales Sánchez <sup>b</sup>  
[albertoms@economia.unam.mx](mailto:albertoms@economia.unam.mx)  
*Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México*

Héctor Eduardo Díaz Rodríguez <sup>c</sup>  
[diazrhe@economia.unam.mx](mailto:diazrhe@economia.unam.mx)  
*Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México*

Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, vol. 7, núm. 20, 2019

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Recepción: 12 Febrero 2019  
Aprobación: 05 Junio 2019

DOI: <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.20.68425>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457659382003>

## Resumen:

**Objetivo** - analizar la estrategia de integración de México en la industria aeroespacial global, frente a las barreras a la entrada en materia de regulaciones, derechos de propiedad, estandarizaciones y financiamiento, que limitan el escalamiento.

**Método** - se utilizó la metodología de cadenas globales de valor desde la perspectiva de *Global Value Chain Initiative*, y teoría de grafos.

**Resultados** - los resultados de esa estrategia de integración muestran que, si bien México ha diversificado de manera importante su comercio, este sigue siendo marginal e irrelevante en el contexto del comercio aeroespacial global, circunstancia que persiste desde hace más de dos décadas.

**Limitaciones** - la teoría de grafos nos permite definir el alcance del comercio aeroespacial de México, no obstante, está limitada para definir los encadenamientos locales, los cuales sabemos son exiguos por la revisión de la literatura.

**Principales hallazgos** - la estrategia de integración a la CGV seguida por México ha fracasado ya que no se ha logrado escalar hacia actividades de mayor valor, además de que la participación de México en el comercio mundial sigue siendo marginal.

**Palabras clave:** Cadenas Globales de Valor, industria aeroespacial, teoría de grafos.

## Abstract:

**Purpose** - to analyze Mexico's integration strategy in the global aerospace industry considering entry barriers with regards to regulations, property rights, standardization requirements and financing which limit upgrading.

**Methodology** - a global value chain methodology from the Global Value Chain Initiative perspective was utilized and also graph theory.

**Results** - the results of this integration strategy show that although Mexico has diversified its trade significantly, it remains marginal and irrelevant in the context of global aerospace trade a circumstance that has persisted for more than two decades.

**Limitations** - Graph theory allows us to define the scope of Mexico's aerospace trade; however, it is limited to define local linkages, which we know are not significant due to the literature review.

**Findings** - the integration strategy to the GVC followed by Mexico has failed since it has not been able to scale towards activities of greater value; besides, Mexico's participation in world trade is still marginal.

**Keywords:** Global Value Chains, aerospace industry, graph theory.

## INTRODUCCIÓN

La Industria Aeroespacial (IA) es una de las más dinámicas y con mayor perspectiva de crecimiento a nivel mundial. Se prevé que, en los próximos años no solo crezca la producción para sustituir a las flotas comerciales y de pasajeros (sin contar a la militar), sino que se requerirá del doble de aviones para satisfacer los incrementos de comercio y de traslado de personas (Airbus, 2018). Además, la nueva producción será cualitativamente distinta y con mayor valor agregado, debido a la creciente incorporación de nuevas tecnologías, como aquellas vinculadas a las tecnologías de la información y comunicación (TIC), localización, seguridad y servicios de entretenimiento. De la interacción de estrategias de las empresas y las políticas públicas y comerciales que se sigan, dependerá la distribución de la producción y beneficios asociados en los distintos países.

La IA se define como una cadena global de producción porque las distintas etapas de sus procesos productivos no ocurren en una sola ubicación geográfica, se distribuyen en aquellos lugares en donde la segmentación productiva ofrece ventajas, principalmente en términos de costos. En los últimos años, la mayor demanda de vuelos, el incremento del tráfico aéreo, cambios en la composición de las cadenas globales de producción del sector, y las políticas nacionales de impulso al ramo, han modificado la producción y el comercio aeroespacial a nivel mundial; sin embargo, esas alteraciones no han transformado las condiciones de liderazgo de las empresas y países líderes, excepto en los casos de China y Canadá, que han seguido estrategias marcadamente distintas a las seguidas por países como México.

México se ha integrado a la cadena global de la industria aeroespacial a través de políticas de atracción de empresas líderes, ofreciendo facilidades fiscales y comerciales que buscan aprovechar la proximidad geográfica con Estados Unidos, bajo el supuesto de que la instalación de empresas líderes en el país, y su interacción con empresas domésticas, generarían procesos de aprendizaje al interior de las segundas, creando capacidades endógenas que les permitan escalar hacia segmentos de la cadena de mayor valor y rentabilidad. No obstante, lo anterior no se ha hecho realidad en las últimas dos décadas debido que la IA mexicana se ha localizado significativamente en los segmentos menos rentables de la cadena.

La pregunta que guía este trabajo es si la superación de las restricciones de las empresas locales en materia de financiamiento, certificación, capital humano, etcétera, impulsará la vinculación de las empresas locales con las empresas transnacionales (ET) permitiendo el escalamiento productivo de las primeras; considerando que la estrategia gubernamental consiste en

un esfuerzo por orientar a las empresas mexicana hacia la inserción en las cadenas globales de valor (CGV).

El objetivo es dimensionar el tamaño de la IA en México, sus encadenamientos productivos, y la posición que ocupa México en términos del comercio aeroespacial a nivel mundial. Una vez establecido lo anterior, se realiza un diagnóstico interno de la composición de la IA mexicana en materia de empresas y empleo, con el objetivo de abonar en insumos para discutir la vigencia de la estrategia de la política que promueve el desarrollo de la industria, y el escalamiento en la cadena hacia la producción de bienes y servicios de mayor generación de valor agregado.

En el primer apartado se presenta una breve revisión de la literatura. La misma no pretende ser exhaustiva, pero sí ubicar las principales referencias en el tema, y el marco analítico y conceptual en el que este trabajo se apoya, así como destacar los antecedentes en el estudio de la industria aeroespacial en México. En el siguiente apartado, se describe la metodología de grafos. Los datos utilizados se tomaron de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés). Los resultados nos permitieron ubicar la posición que México ocupa en el entorno internacional y analizar un conjunto de variables relevantes (tamaño, ingresos, valor agregado, margen de ganancia, inversión, ocupación, etcétera) estableciendo una radiografía de la actividad industrial.

Se concluye que la posición de México es irrelevante en la cadena aeroespacial global. Si bien el número de socios comerciales en el sector se ha diversificado, el comercio sigue concentrándose significativamente en Estados Unidos. Además, la participación del país se concentra en segmentos de bajo valor agregado y las empresas grandes, aunque integradas a las CGV, lo están de manera limitada. El recurso humano tiene un nivel de capacitación destacable pero su contrapartida salarial es baja, lo que consolida una estrategia de inserción vía costos, que claramente no ha sido la adecuada. Por lo anterior, consideramos que los resultados de este trabajo muestran evidencia suficiente para discutir la estrategia actual de inserción y competitividad para la rama aeroespacial.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### *Cadenas globales de valor*

El paradigma informático global ha modificado las relaciones comerciales en dos aspectos fundamentales: por un lado, los flujos comerciales norte-norte han perdido importancia frente a los flujos sur-sur y sur-norte (Ortiz-Ospina, Beltekian y Roser, 2018); por el otro, el intercambio de bienes y servicios cede terreno al comercio de bienes intermedios, al mismo tiempo que crece el contenido de las importaciones en las exportaciones, en el marco de relaciones intra e inter firma. Actualmente, este comercio organizado en cadenas globales de valor da cuenta del 80 % del comercio total a nivel mundial (Gereffi, 2005; Gereffi y Fernández-Stark, 2016; Ortiz-Ospina *et al*, 2018).

Los países en desarrollo se insertaron a esta nueva división del trabajo exportando bienes y servicios en los que contaban con ventajas competitivas, abandonando las políticas de sustitución de importaciones, para profundizar el modelo orientado a las exportaciones (Gereffi, 2001). El resultado fue un incremento del comercio y del crecimiento económico, que consolidó al grupo de economías emergentes que presentan un crecimiento del producto real por encima del promedio mundial y de las economías avanzadas (FMI, 2018).

Las estrategias de las economías emergentes han sido diversas, mientras China se convirtió en la fábrica mundial a partir, en un primer momento, de actividades de ensamble de bajo valor agregado y bajos salarios, y del impulso posterior de procesos de aprendizaje que la han llevado a la construcción de industrias nacionales y marcas propias; diversos países latinoamericanos consolidaron la exportación de materias primas. En México, la estrategia partió de un proceso de liberalización e inserción en los mercados globales que ha tenido como objetivo el incremento de la Inversión Extranjera Directa (IED), los ingresos por exportaciones y el empleo tanto en el sector primario como en el industrial (Sandoval, 2013).

El planteamiento analítico detrás de la estrategia mexicana parte de suponer una correlación positiva entre comercio y crecimiento, además de que la vinculación entre agentes diversos (empresas líderes y seguidoras, por ejemplo) conduce eventualmente a algún tipo de convergencia. Siguiendo este planteamiento, las empresas mexicanas intentan integrarse en las cadenas de valor con expectativas de competir y aprender, desarrollando capacidades que les permitan escalar en la red, lo cual no siempre ha sido posible (Sturgeon, 2011; Sturgeon y Memedovic, 2011). La organización en red supone en este contexto ganancias en términos de costos totales (producción, transacción y coordinación).<sup>1</sup>

La metodología de las cadenas globales de valor y las sugerencias de política asociadas a ésta, surgen como una manera de entender el cambio de paradigma y adecuar exitosamente las estructuras locales a las realidades productivas globales, posibilitando la superación de la rigidez de las instituciones nacionales. Los objetivos del planteamiento atienden a la organización industrial y gobernanza, así como al estudio de las asimetrías (Gereffi, 2005); buscando construir herramientas de política que impulsen el desarrollo de la industria, crear empleos y reducir la pobreza (Gereffi, 2005). “El análisis de las GVC tiene como fin determinar lo que determina que las empresas sean productivas en el contexto de las cadenas de suministro internacionales altamente dispersas; cómo influye la gobernanza del sector privado y las políticas públicas en el desempeño de la empresa, y qué factores y estrategias permiten a las empresas pasar a segmentos de mayor valor de la cadena” (Gereffi, 2018, pp. 13-14).

El objetivo de las empresas integradas en las CGV es el escalamiento o *upgrading*, el cual requiere del diseño de una estrategia que considere a los actores claves de la industria y los vínculos potenciales que pueden generarse con éstos, en virtud de desencadenar procesos de aprendizaje (Gereffi, 2001; Gereffi, 2005). El aprendizaje se derivará de la naturaleza

del vínculo, si este es recurrente, de tipo modular o relacional (Gereffi, 2005) podría propiciar una mayor transferencia de conocimiento a diferencia de los vínculos no recurrentes de tipo mercado, o aquellos que responden a una gobernanza de carácter jerárquico. El aprendizaje *top-down*, debe acompañarse de la creación de capacidades endógenas, para detonar el upgrading.

Un país genera aprendizaje mediante la realización de actividades, en principio de bajo valor agregado; las cuales, a medida que desarrolla capacidades internas, combina de manera gradual con el conocimiento exterior existente en segmentos de mayor rentabilidad. Para los países en desarrollo, dichos vínculos se generan tradicionalmente en relaciones de proveeduría y su nivel de especialización varía en cada caso.

### *Estudios realizados para el caso mexicano*

En el contexto de liberalización comercial, la industria aeroespacial<sup>2</sup> (IA) en México ha sido impulsada como polo de desarrollo. Los resultados positivos en materia de exportación, inversiones y empleo<sup>3</sup> dan cuenta parcial del saldo de la estrategia, la cual ha consistido en posicionar a México como un espacio de atracción de inversiones considerando ventajas fiscales, comerciales y geográficas. Estados Unidos es uno de los mercados líderes en la industria, por lo que el comercio mexicano aeroespacial se concentra en este mercado en un orden del 80 % de las exportaciones e importaciones (Secretaría de Economía, 2017). En materia de inversión extranjera, la IA muestra una tendencia creciente que podría ofrecer oportunidades de integración para las empresas mexicanas, las cuales participan de manera significativa en el segmento de componentes de producción en la cadena de valor, el cual representa los menores ingresos en el total de la industria (Deloitte, 2018; Brown-Grossman y Dominguez-Villalobos, 2012).

Existe una diversidad de estudios relacionados con la industria aeroespacial. Los análisis son, en su mayoría, de carácter estatal o regional, o bien, especializados en materia de características y competencias laborales (Hualde y Carrillo, 2007; Salinas-García, 2012), innovación, competitividad, transferencia de conocimiento (Brown-Grossman y Dominguez-Villalobos, 2012; Flores y Villareal, 2017; Cypher y Pérez-Escalante, 2013), conformación de clústeres (Casalet *et al.*, 2011); o bien estudios que explican el origen y desarrollo de la industria (Casalet, 2013; López y Pérez, 2018). De estos trabajos se desprende el siguiente análisis.

Las principales ET en la industria global se establecieron en México para impulsar una estrategia basada en costos (de mano de obra, fiscales, comerciales y asociados a la proximidad geográfica con Estados Unidos). Las empresas mexicanas que participan en la red representan poco más del 50 % del total y realizan principalmente actividades de producción de componentes y mantenimiento. Los desafíos primordiales de las empresas mexicanas corresponden con la formación de capital humano; acceso al crédito; mejoras en los flujos comerciales; vinculación



e implementación de procesos de aprendizaje (Domínguez *et al.*, 2018; Vázquez y Bocanegra, 2018).

La industria aeroespacial en México se ha constituido como una de las ramas del sector manufacturero más dinámicas; debido a que es una actividad tipificada como “manufactura avanzada”<sup>4</sup> por el nivel de especialización del empleo que utiliza, los altos requerimientos de capital y tecnológicos demandados para su producción, el tipo de tecnologías que incorpora en sus productos, así como los altos niveles de valor agregado que se generan en cada una de las etapas de su proceso de producción. Dadas estas características, en los últimos 15 años la IA en México se ha constituido como una opción estratégica de impulso a las exportaciones y una opción viable en materia de inversión y generación de empleo. Sin embargo, a pesar de las estrategias implementadas por el gobierno, el sector aeroespacial no ocupa un lugar preponderante dentro de la CGV, como se demostrará más adelante.

### *La industria aeroespacial mexicana y su relación con el mundo*

A partir de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), en México se diseñó una estrategia de producción en la IA orientada al sector externo, cuyo propósito era el de aprovechar las ventajas de tener como principales socios comerciales a dos de las economías más grandes del mundo, y que las empresas nacionales tuvieran mayor exposición a mercados competitivos a nivel internacional, así como establecer vínculos con empresas mucho más competitivas y tecnológicamente desarrolladas, para generar procesos de aprendizaje y de *catching up* que las llevaría a converger con sus socios comerciales.

En general, la apertura de la economía mexicana fue una de las más aceleradas en América Latina y ha sido un destino importante de flujos de inversión extranjera en la región. De acuerdo con datos de ProMéxico,<sup>5</sup> la proporción del comercio/producto pasó de 27 a 67 por ciento; el incremento de las exportaciones per cápita creció cinco veces desde 1994, superando en promedio a países como Brasil y China. México se consolida como uno de los exportadores más importantes de América Latina en productos de media y alta tecnología, lo cual lo ubica en el contexto internacional por detrás de economías como la coreana y alemana (ProMéxico, 2016).

Con respecto a la IE, la atracción de empresas transnacionales, relevantes en el entorno internacional, se ha fortalecido por el aprovechamiento de la estructura doméstica de costos y el acceso al mercado norteamericano. La integración y competitividad de las empresas locales ha estado en función de satisfacer criterios de proveeduría de las ET en orden de acceder a la cadena de valor. La idea que explica esta estrategia es que la incorporación de las empresas nacionales a los circuitos globales tiene efectos positivos de transferencia de conocimiento y tecnología, derramas económicas y creación de capacidades.

El modelo de Alianzas con Transnacionales (ACT) <sup>6</sup> impulsado por el gobierno mexicano, sigue esta directriz. Esta estrategia está en consonancia con las sugerencias de los organismos internacionales <sup>7</sup> para los países en desarrollo, basadas en la metodología de cadenas de valor. De acuerdo con (Gereffi, 2001; Gereffi, 2005; Gereffi y Fernández-Stark, 2016) los vínculos estratégicos estimulan el aprendizaje y escalamiento. El modelo ACT supone que la vinculación en sí misma abrirá espacios para las empresas mexicanas en los segmentos de mayor valor en la cadena, después de un periodo de aprendizaje. Como se plantea en este trabajo, lo anterior no ha ocurrido, y ello podría explicarse por las características de las barreras en el proceso de transferencia de conocimiento tales como el acceso al financiamiento, que permita asumir los costos de las diversas certificaciones y derechos de propiedad necesarios para participar del flujo de conocimiento. Es importante destacar al mismo tiempo, que el modelo no plantea la creación de capacidades *ad hoc* en las empresas locales, previo a las necesidades de vinculación con las ET, sino que se limita a buscar a aquellos agentes que ya se encuentran en capacidad de competir. Por lo que el énfasis principal es la vinculación, el cual se asume como detonador del proceso de derrama.

El modelo define a las ventajas competitivas como la única forma para enfrentar los retos que supone el escenario actual, de ahí que se plantee como premisa central una economía mundial interdependiente en la que el éxito de las empresas locales está en función de su estrategia de inserción en la cadena global de producción (ProMéxico, 2016).

La política de vinculación destaca la importancia de las vinculaciones entre agentes (cluster, asociaciones empresariales, acuerdos público-privado, etcétera) como interacciones propicias para el aprendizaje y fortalecimiento de las cadenas de suministro, lo cual, si bien se ha documentado como uno de los requerimientos demandados por las ET instaladas en México (Domínguez *et al*, 2018) no necesariamente resultarían exitosas dado el carácter concentrado de la IA (Niosi y Zhegu, 2005).

También se señala la creación de economías de escala, reducción de costos y explotación de sinergias entre las esferas públicas, privadas y académicas como vehículo de la transferencia de tecnología, y cooperación entre compañías mexicanas y extranjeras (ProMéxico, 2016). En esta línea, el programa IMMEX, se erige para evitar costos de transacción y comercialización, evitando efectos acumulativos de las tarifas y otras medidas de protección para bienes intermedios, ello atendiendo a las sugerencias de los organismos internacionales <sup>8</sup> (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2018; Banco Mundial, 2018; Elms y Low, 2013).

Las barreras a la entrada en la IA global se han caracterizado por una fuerte relación con los organismos gubernamentales en materia de seguridad y actividades de investigación y desarrollo (I+D). En casos como Canadá y Brasil, su nacimiento se ligó al sector de defensa con una activa participación del gobierno en la creación de una industria nacional y empresas que pudieran convertirse en líderes de la industria global, tal es



el caso de Bombardier y Embraer (Flores y Villarreal, 2017). En México la estrategia persigue la vinculación con el propósito de fortalecer la inversión, exportaciones, empleo y la formación de capital humano. Hasta ahora, los esfuerzos gubernamentales no se han planteado la creación de una industria nacional basada en los liderazgos de empresas locales, sino la integración a la cadena de suministro. Lo anterior, en una industria madura (Utterback y Abernathy, 1975) puede generar no solo proceso de aprendizaje, sino trayectorias de captura. “Aun si las empresas de los países industrializados apoyaron la generación de capacidades industriales en los países del sur, los primeros aún controlan y guían los recursos industriales estratégicos de la economía mundial, *incluyendo los recursos sobre los cuales no son propietarios directos*” (Sturgeon, 2011, p. 16).

Lo anterior conduce a cuestionar la estrategia de política pública que sitúa a las oportunidades de crecimiento de la IA nacional en función de la competencia global y la interacción con las ET líderes, una vez que las principales restricciones y requerimientos se sitúan en el ámbito local. Algunos de los estudios mencionados han planteado que el escalamiento de las empresas nacionales está limitado por barreras a la entrada en los procesos de aprendizaje, derechos de propiedad, captura de rentas, etcétera (Sturgeon y Memedovic, 2011; Sturgeon *et al.*, 2013).

La estrategia del modelo ACT, abre la posibilidad de que la integración de las empresas locales y la inversión extranjera directa realizada por las empresas líderes en países en desarrollo, no converjan. Ambos factores pueden ocurrir por separado de forma tal que una empresa local puede integrarse con éxito a las cadenas globales sin que ello garantice derramas económicas significativas en sus países de origen. En este sentido, se ha encontrado evidencia de externalidades negativas asociadas a la integración a las CGV (Sturgeon y Memedovic, 2011; Sandoval, 2015). En México, la política del sector aeroespacial se define en reacción a los incentivos de la industria global, mediante políticas públicas que anclan la trayectoria de las empresas locales a las necesidades de las empresas líderes instaladas en el país.<sup>9</sup>

Dada la asimetría referida, el liderazgo en la cadena de valor estimulará la competencia en los segmentos en los que participan las empresas locales, incentivando las capacidades de los proveedores para cumplir con los requerimientos del líder en un contexto de costos decrecientes y las limitará en aquellos segmentos en los que las empresas líderes juegan un papel central (principalmente en aspectos financieros y de generación de conocimiento). Estos patrones de competencia derivados de la naturaleza de la configuración de la cadena obedecen de manera predominante a la maximización del beneficio de las empresas líderes. En consecuencia, las empresas locales enfrentarán una dinámica económica en la que, deben ser más competitivas solo para permanecer en la cadena, sin que ello garantice incrementos en la participación de los beneficios en la red.

## METODOLOGÍA

Para analizar lo planteado en los apartados anteriores, en términos de estructura y evolución reciente del comercio aeroespacial, así como sus principales actores a nivel de país, el presente estudio utilizó la base de datos Comercio mundial de la UNCTAD (2019). Los datos fueron analizados mediante teoría de grafos, que permite de manera sintética identificar los principales patrones de comercio y la generación de valor a nivel mundial. Además, proporciona los insumos necesarios para que, en función de lo anterior, se puedan diferenciar las políticas industriales y comerciales de México, que dieron origen a ese patrón específico. En la presente sección se describe la metodología de grafos o redes.

En años recientes, el uso de teoría de redes en las ciencias sociales ha cobrado relevancia debido a su flexibilidad para analizar relaciones e interdependencias subyacentes en conjuntos de datos. El análisis de redes en la ciencia económica ha sido poco explorado; sin embargo, en la actualidad ha tenido un importante auge debido a que este tipo de análisis cualitativo permite visualizar de manera sencilla, estructuras complejas, como, por ejemplo, el diseño institucional y funcional de un sector o de una economía. En el análisis de una red se considera la estructura de las relaciones en las que cada actor (nodo) se encuentra involucrado; estos actores o nodos se describen a través de sus conexiones, las cuales sí son relevantes para la estructura de los nodos, se muestran de manera vinculada a esa relevancia (Salomé, Morillas y Rueda, 2005).

Así, el análisis en red o grafos, se centra en las relaciones entre entidades y no en las entidades por sí mismas. De forma sintética, una red es un conjunto de puntos que están unidos mediante enlaces (líneas o aristas) o partir de una regla de asociación la cual, indica cómo se relacionan los nodos (Mitchell, 2009).

La notación estándar de una red o grafo es:

$$G=(N, E)... (1)$$

Donde  $N$  es el conjunto de nodos y  $E$  es el conjunto de enlaces, mismos que pueden ser expresados como:

$$N=\{A, B, C, D, E\}... (2)$$

$$E=\{(A, C), (B, C), (C, D), (C, E), (D, B), (E,A)\}... (3)$$

Una manera alternativa de representar la relación descrita mediante la red de la ecuación 1, es con una  $W$  matriz conocida como matriz de adyacencia o binaria, misma que se encuentra conformada por ceros y unos. En esta matriz  $W$ , se representan los nodos en las filas y columnas. Si el elemento  $i$  está enlazado al elemento  $j$  entonces los elementos  $w_{ij}$  y  $w_{ji}$  tendrán el valor de 1. En caso contrario, si el vínculo es inexistente, el componente de la matriz tendrá un valor de cero; lo anterior, tiene la

implicación inmediata de que la matriz de adyacencia es simétrica; tiene el mismo número de filas que de columnas.

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } i, j \text{ están enlazados} \\ 0, & \text{si } i, j \text{ no están enlazados} \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n \quad \dots (4)$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

$$W_{ij} = W_{ji} \quad \dots (6)$$

Una forma distinta de análisis de grafos puede establecerse a través de redes o grafos ponderados. Este tipo de análisis muestra los enlaces con un peso específico y diferenciados (Newman, 2018). Dichos enlaces llevan asociados una intensidad, representada por un valor numérico; entre mayor sea la intensidad de la asociación, mayor será también la representación, medida en anchura, del vínculo entre los nodos.

El grosor de los enlaces muestra la intensidad de la relación que existe entre dos nodos. La representación matricial de una red con esas características es la siguiente:

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 6 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 1 & 5 & 0 \\ 6 & 1 & 0 & 4 & 2 \\ 0 & 5 & 4 & 0 & 0 \\ 10 & 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

Para conocer la importancia que el nodo tiene en relación a otros, se calcula el volumen de asociación a partir del número de enlaces; a este cálculo se le conoce como centralidad de grado. Esta medida es la más simple, y mide el número de conexiones que un nodo tiene con otros nodos. Al nodo que tiene la mayor cantidad de vecinos se le conoce como “hub”. La centralidad de grado es un indicador local y estático, que solo considera a los vecinos directos de un nodo.

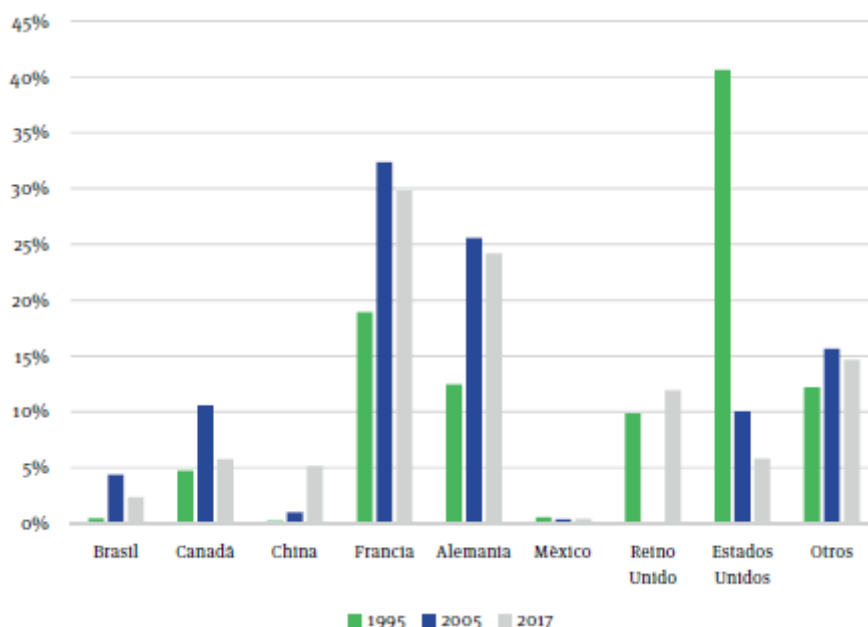
De esta forma, para establecer la medida de centralidad de grado, se calcula la matriz de adyacencia mostrada en la ecuación 8 (Wasserman y Faust, 1994).

$$D_c = \sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{i=1}^n x_{ji} \quad \dots (8)$$

## RESULTADOS

La estrategia de incorporación/mantenimiento en las cadenas globales de valor de la IA se observa de manera clara en la figura 1, en donde se muestran las exportaciones aeroespaciales de países seleccionados en 1995, 2005 y 2017. Por una parte, se ubican los países europeos que mantienen los centros de producción de los segmentos de mayor valor de la cadena dentro de sus fronteras.

Estados Unidos sigue una estrategia completamente distinta, transfiriendo la producción de bienes y servicios aeroespaciales a aquellos lugares en donde le es más rentable en términos de costos para, posteriormente, importar las partes y terminar de producir dentro de su territorio. Ello se hace patente con la dramática caída de las exportaciones de EE. UU., que pasan de representar el 40 % de las exportaciones aeroespaciales mundiales, a tan solo el 6 % en 2017; sin embargo, si se consideran las exportaciones e importaciones en términos absolutos, sigue siendo la principal potencia en la producción aeroespacial a nivel mundial.



**Figura 1.**  
Porcentaje de exportaciones aeroespaciales mundiales 1995, 2005 y 2017  
Fuente: elaboración propia con datos de UNCTAD, 2019.

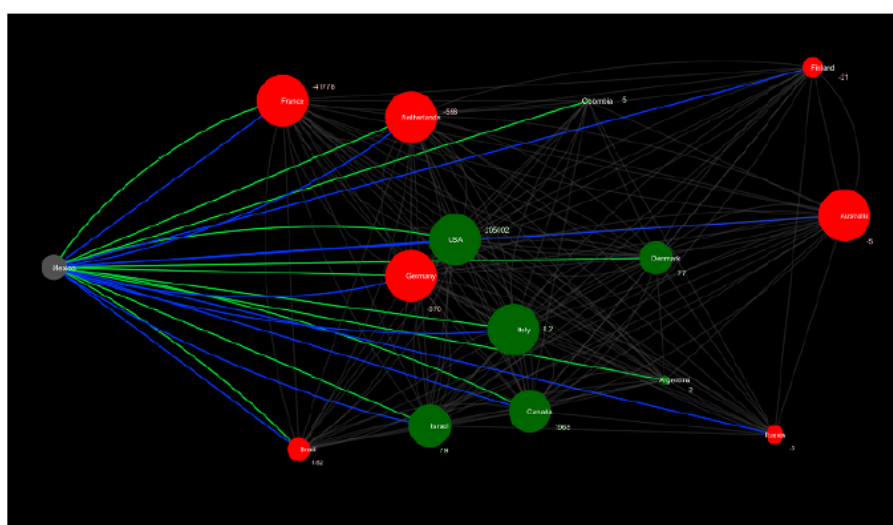
La transferencia de una parte de la producción de la IA norteamericana ha sido aprovechada por países con mayores capacidades endógenas

específicas, como Brasil y en alguna medida China, si bien, este último país desarrolló una estrategia no tanto de incorporación a las CGV, sino de sustitución de importaciones. En el periodo de estudio, Francia y Alemania se consolidan como dos grandes potencias exportadoras de bienes y servicios aeroespaciales.

En contraste, México no ha logrado ser un actor significativo, ya que se encuentra estancado en la producción de segmentos de bajo valor de la cadena y representa un porcentaje marginal del comercio mundial. México pasa de exportar el 0.5 % del total de la industria mundial en 1995, a 0.39 % en 2005 y a 0.44 % en 2017.

Los resultados que México ha obtenido de seguir una estrategia como la delineada en las secciones anteriores son claros si se analiza el comercio aeroespacial que mantiene con el mundo en el último cuarto de siglo. En el año de 1995, un año después de la entrada en vigor del TLCAN, la posición de México en términos de comercio aeroespacial mundial era marginal; sin embargo, se esperaba que las ventajas otorgadas por el acuerdo comercial con la principal potencia de la IA del mundo, propiciaría el rápido crecimiento del comercio aeroespacial mexicano. Canadá en ese momento no figuraba como productor relevante de la IA. En ese año el volumen de comercio aeroespacial de México era de poco más de 317 millones de dólares, equivalente al 0.5 % del volumen de comercio de la industria a nivel mundial.

La figura 2 muestra la posición comercial de bienes y servicios aeroespaciales de México con el mundo en 1995. El tamaño de los nodos representa el número de países con los que cada uno tiene relación comercial. El color depende del saldo de la balanza de México con cada uno de esos países, siendo verde superávit y rojo déficit. Los enlaces o vectores de color verde son las exportaciones de México hacia sus socios comerciales y los de color azul son las importaciones mexicanas de cada país con el que tiene comercio.

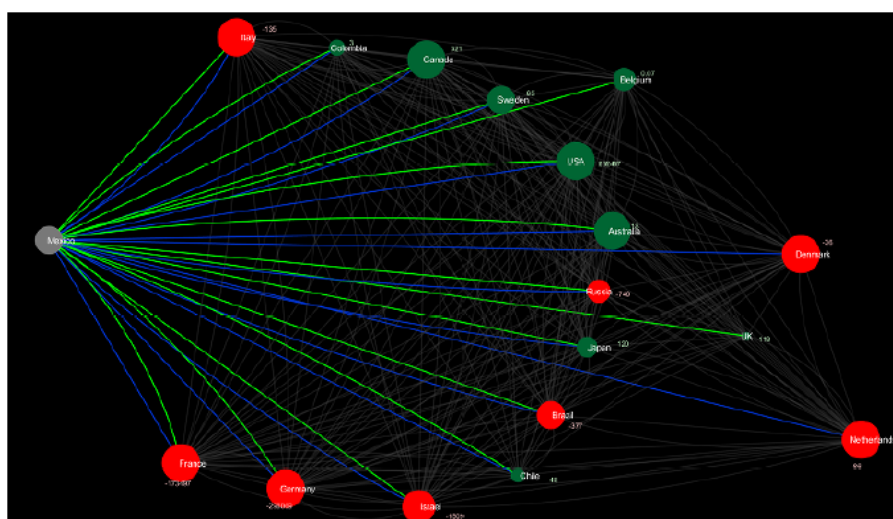


**Figura 2.**  
Transacciones de México con el mundo y su balanza comercial 1995  
Fuente: elaboración propia con datos de UNCTAD, 2019.

Como se puede apreciar, en 1995 México contaba con 14 socios en el comercio aeroespacial, con los que mantenía un saldo superavitario, con exportaciones casi 50 % mayores que las importaciones. Como ocurre con prácticamente todas las manufacturas derivado de la cercanía geográfica y de la existencia de acuerdos comerciales, el 99 % del comercio de México se concentra con Estados Unidos. Del resto de los socios comerciales, Francia y Alemania, eran dos de los cuatro principales productores y con ambos México mantenía un saldo superavitario. El resto del comercio se realizaba con Holanda, Australia, Dinamarca, Italia e Israel, y en mucho menor medida con países latinoamericanos, como Colombia, Brasil y Argentina.

En el entorno internacional de 1995, México abría sus fronteras de manera acelerada al principal productor aeroespacial del mundo (Estados Unidos) lo que representaba oportunidades de importancia para acelerar el volumen de comercio (como sucedió), y ubicarse en eslabones de mayor generación de valor en la cadena aeroespacial. Lo último no fue posible debido a la carencia de capacidades endógenas en términos de capacitación de la fuerza laboral, de capacidades empresariales de las empresas locales y un entorno institucional y política industrial que no estimularon la localización en segmentos de mayor producción de valor. Poco más de dos décadas después, advertimos un patrón de inserción y estancamiento en segmentos de subensamblaje y empresas proveedoras en su mayoría.

Este patrón de inserción se ve reflejado en los flujos de comercio que mantiene México, resultado de la falta de una política industrial y de desarrollo de capacidades endógenas para el sector, lo que trajo como consecuencia que México se mantuviera con participaciones comerciales de la industria incluso más bajas que las existentes 10 años antes (0.39 % de las exportaciones mundiales).



**Figura 3.**  
Transacciones de México con el mundo y su balanza comercial 2005  
Fuente: elaboración propia con datos de UNCTAD, 2019.





Si bien, los datos anteriores muestran la escasa importancia de México en el comercio aeroespacial mundial, a nivel interno la IA tiene cierta relevancia y características que es necesario resaltar para establecer un diagnóstico adecuado. Una radiografía de la industria aeroespacial en territorio nacional proveniente de los censos económicos más recientes, muestra que el sector genera poco más de 15 mil millones de pesos anuales, producidos en 80 % por empresas de más de 250 empleados, generalmente, filiales de empresas transnacionales. En contraste, las empresas micro (de 1 a 15 empleados) no figuran dentro de la producción de bienes y servicios aeroespaciales y aportan 1 de cada mil pesos generados por la industria. Ello es un indicador del escaso impacto que programas de apoyo específicos han tenido en la generación de ingresos de la IA mexicana, tales como el de *Fortalecimiento del soporte técnico para ampliar la competitividad de las PyMES en la cadena de suministro del sector aeronáutico en el centro de México*, o el *Proyecto de mejora de las capacidades de manufactura avanzada de las PyMES en Chihuahua*.

Un fenómeno muy similar ocurre en términos de valor agregado, en donde el 77.5 % es generado por empresas grandes y con poder de mercado y vinculación con el sector externo (principalmente fabricante de equipos originales, OEM, por sus siglas en inglés). Nuevamente, las empresas micro, en su mayoría Tier 2, no figuran en la creación de valor, aunque sí lo hacen las medianas Tier 1 con una participación superior al 15 %. Es este mismo segmento de empresas medianas, el que aporta un mayor porcentaje de valor agregado a los productos que venden, con un margen de (VA/Y) 10 % superior al generado por las grandes y pequeñas empresas. Las micro organizaciones apenas generan un margen de 23.5 %.

La inversión del sector ascendió en 2014 a 112 millones de pesos, distribuyéndose en una cuarta parte para las pequeñas empresas, otra cuarta parte para las medianas y 50% para las grandes, distribución prácticamente igual a la del personal ocupado del sector, que generó en 2014 poco más de 27,500 empleos.

**Cuadro 1.**  
Variables seleccionadas sector aeroespacial en México

| TAMAÑO   | INGRESOS<br>(Millones de pesos) (1) | VALOR<br>AGREGADO<br>(Millones de Pesos)<br>(2) | MARGEN<br>(VA/Y) (3) | INVERSIÓN<br>(Millones de pesos) (4) | PERSONAL<br>OCUPADO<br>(5) | REMUNERACIONES<br>MEDIAS (Pesos mensuales) (6) |
|--|-------------------------------------|---|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|
| Micro  | 0.1%                                | 0.1%  | 23.5%                | 0%                                   | 0.2%                       | 4,585  |
| Pequeña  | 7.3%                                | 7.2%  | 45.4%                | 22%                                  | 22.5%                      | 3,882  |
| Mediana  | 12.8%                               | 15.2%   | 54.6%                | 26%                                  | 22.4%                      | 6,055  |
| Grande   | 79.8%                               | 77.5%   | 44.7%                | 52%                                  | 54.9%                      | 8,092  |
| Total<br>(millones de pesos, excepto 3, 5 y 6) | 15,487                              | 7,117   | 42.0%                | 112                                  | 27,513                     | 6,680  |

Fuente: elaboración propia con base en Censos Económicos (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2014).

La productividad media del trabajo es una medida que cambia con el tamaño de las empresas, ya sea porque se posibilita la generación

de economías de escala con el tamaño de mercado o bien, porque las organizaciones de mayor tamaño suelen tener algún poder de mercado que las hace tener ingresos extraordinarios; si los ingresos medios por trabajador tienden a ser mayores, las remuneraciones medias también. Ello es particularmente tangible para el caso de la industria aeroespacial mexicana, en donde a medida que las empresas son de mayor tamaño, las remuneraciones medias también lo son; sin embargo, continúan siendo por demás bajas. De acuerdo con la Secretaría de Economía (2013):

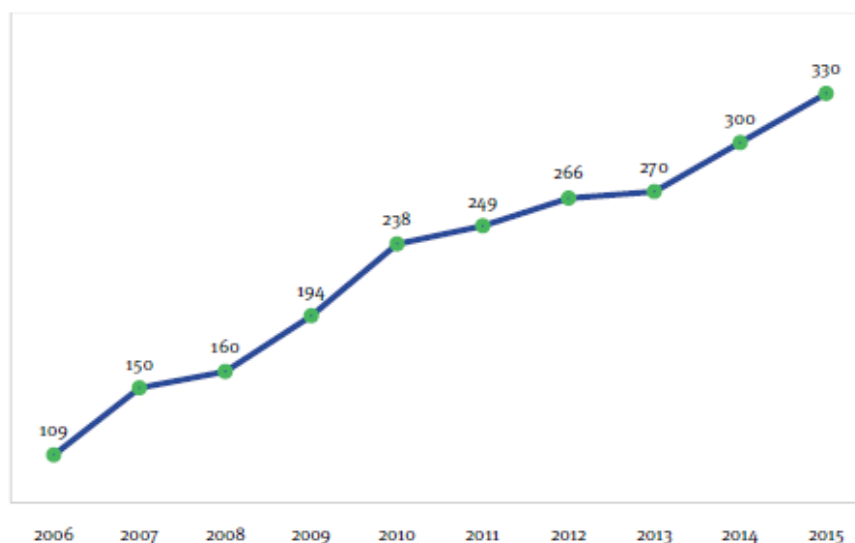
México ha forjado su vocación como centro de fabricación de alto valor estratégico, ingeniería y desarrollo, debido al grado de sofisticación tecnológica de sus exportaciones, al talento de ingeniería (con el número más alto de graduados de América), la calidad y la competitividad de su fuerza de trabajo y, en particular, su respeto a la propiedad industrial (p. 2).

La alta calidad y competitividad de la fuerza de trabajo contrastan con las remuneraciones medias del sector, que son por demás bajas (menos de 7 mil pesos mensuales para 2014). Ello parece ser un indicador de que los bajos costos de manufactura aeroespacial se basan en una estrategia de bajos salarios, a pesar de la alta calidad y competitividad de la fuerza de trabajo.

Por su parte, (KPMG International, 2016) muestra que México es de los países más competitivos en el mundo para la producción aeroespacial. Los costos de manufacturar bienes y servicios aeronáuticos y espaciales son aproximadamente 13.3 % menores que en Estados Unidos, 14.2 % menores que en Alemania, 13.8 % menores que en Australia y 12.8 % menores que en Japón. Los bajos salarios presentes en la IA, a pesar del alto grado de especialización requerido, parecieran ser el ancla competitiva del sector; en el mejor de los casos, para las empresas transnacionales las remuneraciones medias ascienden a 8 mil pesos mensuales.

Visto desde una perspectiva más amplia, la estrategia competitiva basada en salarios bajos, se complementa con la falta de una política industrial para el sector y con una baja inversión para el desarrollo de capacidades endógenas que permitan entender el ciclo completo de producción de las aeronaves; más bien, los sistemas institucionales de enseñanza se encuentran diseñados para atender requerimientos técnicos específicos de producción de empresas transnacionales, manteniéndose en la mayoría de los casos en niveles bajos de especialización; de las 21 instituciones educativas, con 52 programas vinculados a la IA, el 47 % corresponden a niveles de Técnico Bachiller, Técnico Básico y Técnico Superior Universitario, mientras que tan solo el 1 % corresponde a algún programa de maestría (ProMéxico, 2014).

En el ámbito interno, uno de los indicadores más importantes en el sector, es la percepción de las empresas de la existencia de oportunidades de ganancia y del entorno institucional, ya que con base en estas percepciones se anticipan las oportunidades de crecimiento futuro; esta percepción se ve reflejada en el creciente número de empresas y organizaciones<sup>10</sup> vinculadas con actividades de la industria aeroespacial. De 2006 a 2015 el número de empresas existentes en México pasó de poco más de 100, a 330, con presencia en 19 estados del país.



**Figura 5.**

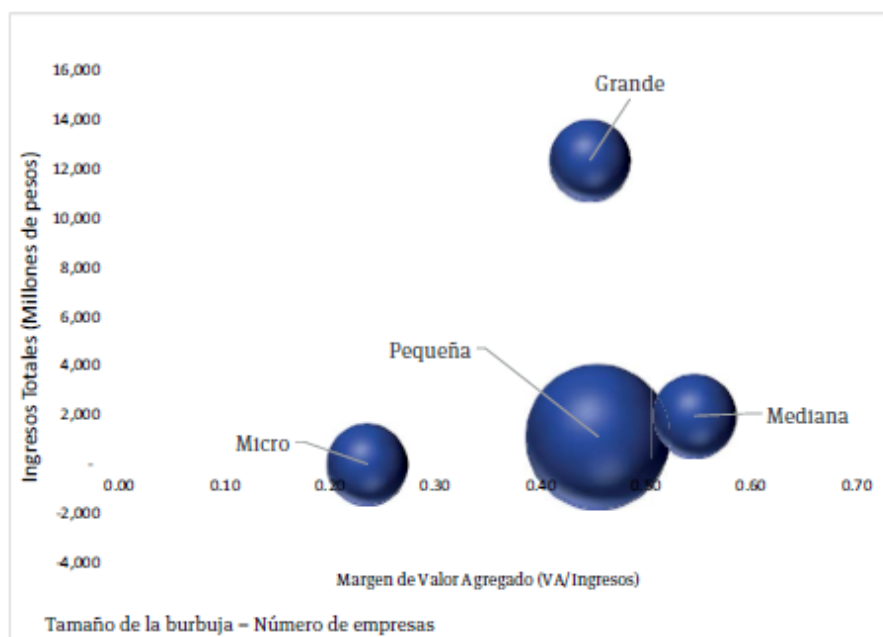
**Empresas y organizaciones vinculadas al sector aeroespacial en México**

Fuente: elaboración propia con base en datos de Censos Económicos (Inegi, 2014).

Del conjunto de empresas vinculadas con la producción aeroespacial, se observa que, de manera reciente, las medianas (empresas de entre 101 y 250 empleados), han encontrado un nicho de generación de valor agregado relativamente alto, si se compara con el resto de las empresas manufactureras mexicanas, pero que continúa siendo bajo si se compara con la cadena de producción global en su conjunto.

Por su parte, las empresas pequeñas (entre 16 y 100 empleados) representan la mayor proporción en la industria aeroespacial mexicana, como muestra la figura 6. La generación de valor agregado en relación a los ingresos es menor a 50 % y, a pesar de que tienen ingresos similares a los de las empresas medianas, se encuentran muy por debajo de las grandes empresas. Son empresas principalmente dedicadas a la distribución de componentes con alguna cuota mínima de poder de mercado.

Por último, se encuentran las grandes empresas, que tienen ingresos 600 % mayores que el promedio de empresas del sector; son OEM cuyo nicho se encuentra principalmente en los mercados de exportación, que acceden a exenciones impositivas y que aprovechan las ventajas de los acuerdos comerciales; sin embargo, a pesar de ser el conjunto de empresas mejor posicionadas, la generación de valor en relación con sus ingresos es de menos del 50 %.



**Figura 6.**

Valor agregado e ingresos en la IA en México

Fuente: elaboración propia con datos de Censos Económicos (Inegi, 2014).

La gráfica anterior muestra que, dentro de la IA en México, solo las grandes empresas, en la mayoría de los casos Tier 1 y OEM transnacionales, son las que juegan un papel relevante en términos de empleo, generación de ingresos e integración a la cadena global de valor, si bien, en segmentos de bajo valor agregado, lo cual demuestra que estrategias como el *Fortalecimiento del soporte técnico para ampliar la competitividad de las pymes en la cadena de suministro del sector aeronáutico en el centro de México*, son esfuerzos que no han rendido los frutos esperados.

En este punto resulta conveniente analizar algunos resultados que dan cuenta del poco éxito de las estrategias del escalamiento en las cadenas globales de valor de la industria aeroespacial mexicana hacia segmentos de mayor generación de valor. Esta falta de éxito en la estrategia, a su vez da como resultado la posición marginal que ocupa México en la cadena global.

Uno de los principales problemas del sector, es que México no solo no ocupa una posición relevante en el contexto del comercio aeroespacial global, sino que ese lugar, con independencia de la posición ante otros países, no permite generar a nivel interno encadenamientos que atisben el desarrollo de eslabones de crecimiento hacia el futuro, ni tampoco es tangible que las estrategias de escalamiento de las empresas nacionales hacia segmentos de mayor generación de valor sean exitosas.

Al respecto, la matriz de insumo producto aporta información relevante relacionada con los encadenamientos productivos del sector aeroespacial. Uno de los primeros indicadores que suelen ser utilizados de manera corriente para analizar “el arrastre” de un sector económico, es el porcentaje de sectores con los cuales, ese sector tiene algún vínculo de compra.

**Cuadro 2.**  
Matriz de vínculos por rama de la IA en México

| RAMA DE ACTIVIDAD  | Distribución de la Demanda Intermedia (DI) | Acumulado de la distribución de DI |
|--|--|------------------------------------|
| 3364 - Fabricación de equipo aeroespacial  | 47.6%                                      | 79.5%                              |
| 3363 - Fabricación de partes para vehículos automotores  | 8.9%                                       |                                    |
| 3313 - Industria básica del aluminio   | 7.6%                                       |                                    |
| 3391 - Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos | 7.2%                                       |                                    |
| 3361 - Fabricación de automóviles y camiones   | 4.9%                                       | 20.5%                              |
| 4811 - Transporte aéreo regular  | 3.3%                                       |                                    |
| Resto de actividades económicas (289 ramas)  | 20.5%                                      | 20.5%                              |
| <b>TOTAL (295 ramas)</b>   |  | <b>100.0%</b>                      |

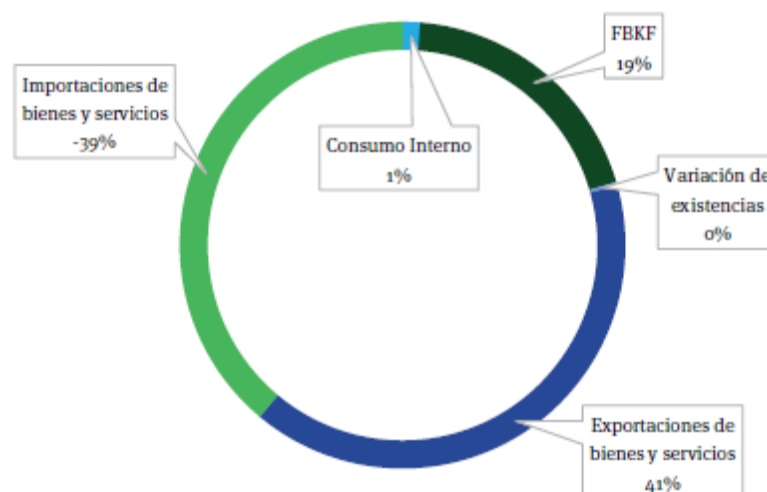
Fuente: elaboración propia con base en datos de Inegi, 2013. Matriz de Insumo Producto. Base 2013, actualización 2017.

De las 295 ramas de actividad económica contempladas en la matriz de insumo producto, la fabricación de equipo aeroespacial realiza cerca del 50 % del total de su demanda intermedia dentro del mismo sector. Por su parte, la demanda final se encuentra concentrada en un 80 % con 6 ramas.

Otro indicador que permite dimensionar los encadenamientos productivos de una actividad económica, es el número de sectores fuera de la propia industria con los que genera demanda; en el caso de la IA, del total de ramas de actividad, el 80 % de la demanda se realiza con el 2 % del total de actividades económicas (ramas) contempladas en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), mientras que el restante 20 % se lleva a cabo con 162 ramas, pero con montos de demanda inferiores a 1 millón de dólares en tres cuartas partes de esos sectores.

De manera agregada y siguiendo la lógica de argumentación anterior, el análisis de los componentes de la demanda agregada aporta información que corrobora la hipótesis de baja generación de valor agregado y escasos encadenamientos productivos.





**Figura 7.**

Distribución de la demanda agregada de la IA en México

Fuente: elaboración propia con base en datos de Inegi, 2013. Matriz de Insumo Producto. Base 2013, actualización 2017.

Otra forma de aproximar de forma indirecta la baja generación de valor agregado dentro de territorio nacional, es mediante la ratio importaciones/exportaciones, o dependencia de insumos importados por unidad de exportación. Dadas las características de la cadena global de la IA, un alto componente de producción es, necesariamente importado; sin embargo, en el caso de la IA mexicana, esos requerimientos son incluso más altos; por cada peso que se exporta de la industria aeroespacial en México, es necesario importar 96 centavos. A ello, hay que añadir que el consumo interno representa apenas representa el 1 % del valor total de la demanda agregada del sector.

A la luz de los datos mostrados en este trabajo, es posible concluir de manera general, que la estrategia seguida por México para integrarse a la CGV de la IA, aunado a la falta de una política industrial y de desarrollo integral de capacidades endógenas, ha mantenido al país en los segmentos de bajo valor de la cadena, hecho que se ve reflejado en la prácticamente nula participación de México en el comercio internacional. Sin embargo, a nivel interno, la industria tiene cierta relevancia en comparación con una industria manufacturera por lo general, menos productiva.

## CONCLUSIONES

La producción aeroespacial global ha crecido y se ha transformado de manera acelerada en los últimos años, y se espera que continúe creciendo tanto para reemplazar la flota actual, como para satisfacer el crecimiento derivado del incremento de la demanda. Además, las nuevas aeronaves tendrán mayor valor incorporado debido al uso de nuevas tecnologías. Las transformaciones futuras y la distribución de los beneficios asociados, dependerán de la interacción de estrategias de las empresas y las políticas públicas y comerciales que establezcan los países. Este estudio se centró

en analizar la posición de México en la IA mundial, poniendo especial atención en la evolución del sector doméstico como resultado de una estrategia de integración a la CGV aeroespacial, utilizando para ello, teoría de grafos con información proveniente de la UNCTAD (2019) y Censos Económicos 2014.

El análisis muestra que la inserción de México a la CGV de la IA, se basó en una estrategia de escalamiento o upgrading, que adoptó la forma específica de un modelo de vinculación (ACT) consistente en atracción de inversiones y empresas internacionales, ofreciendo ventajas de costos laborales, acuerdos comerciales, exenciones fiscales y cercanía geográfica con el principal productor mundial. La idea subyacente es que ese modo de integración produciría derramas positivas en términos de transferencia de tecnología y desarrollo de capacidades endógenas de la fuerza laboral, lo que permitiría el escalamiento de segmentos de baja generación de valor, hacia segmentos más rentables.

Los resultados de esa estrategia de integración muestran que, si bien México ha diversificado de manera importante su comercio, este sigue siendo marginal a irrelevante en el contexto del comercio aeroespacial global, circunstancia que persiste desde hace más de dos décadas.

Lo anterior como consecuencia de la estrategia de integración a la CGV de la IA, que se conjuga con la falta de una política industrial del sector en materia de capacidades endógenas. Los sistemas institucionales de enseñanza de la IA en México se encuentran diseñados para atender requerimientos técnicos específicos de producción de empresas transnacionales, no para estimular la construcción de capacidades que permitan incorporarse a segmentos de mayor valor, manteniendo al país en los segmentos de bajo valor de la cadena, limitando su ascenso.

Para superar estas restricciones es necesario implementar una política integral de capacitación laboral y empresarial, que tenga como objetivo el desarrollo de capacidades endógenas, transformando la política educativa existente, basada en la generación de técnicos para apalancar la estrategia de competencia por costos laborales. En esta dirección, se debe apostar por la generación de más programas de ingeniería a nivel superior y de posgrado (este último representa solo el 1 % de la oferta educativa actual). Al mismo tiempo superar las limitaciones de participación de las empresas nacionales, fortaleciendo la adquisición de certificaciones a partir de estrategias de financiamiento sostenibles. La estrategia actual ha ofrecido resultados en materia de IED y exportaciones, sin embargo, no ha sido suficiente para cumplir con los requerimientos de vinculación, aprendizaje y escalamiento en los cuales se basa.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo y financiamiento otorgado para la realización de esta investigación por parte del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la Universidad Nacional Autónoma de México, con el proyecto PAPIIT IN 310019 *Estrategias*

*competitivas, capacidades tecnológicas y de innovación en la industria aeroespacial mexicana.*

## Referencias

- AirBus. (2018). *Global Networks, Global Citizens 2018-203*. Global Market Forecast Airbus.
- Banco Mundial. (2018). *Global Value Chains*. Recuperado de <http://www.worldbank.org/en/topic/global-value-chains>
- Brown-Grossman, F., y Dominguez-Villalobos., L. (2012). *Can Mexico Set Up in the Aerospace and the Software and IT Global IT Value Chain as a High-Value-Added Player?* Recuperado de <https://publications.iadb.org/handle/11319/4265>
- Casalet, M. (Ed.). (2013). *La Industria Aeroespacial. Complejidad Productiva e institucional*. México: FLACSO.
- Casalet, M., Buenrostro, E., Stezano F., Oliver, R. y Abelenda, L. (2011). *Evolución y complejidad en el desarrollo de encadenamientos productivos en México: los desafíos de la construcción del cluster aeroespacial en Querétaro*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Cypher, J. M., y Pérez-Escalante, A. A. (2013). Instituciones y tecnologías como factores clave en los proyectos nacionales del desarrollo: una análisis comparativo de Brasil y México. *Apuntes del CENES*, 32(56), 105-138.
- Deloitte. (2018). *On a solid profitable growth path. 2018 Global aerospace and defense industry outlook*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-mfg-2018-global-a-and-d-sector-outlook.pdf>
- Domínguez V.L., Brown-Grossman F., y Hernández C.J., (2018). *Fuerzas motoras y obstáculos de la cadena aeroespacial en México*. Facultad de Economía, UNAM.
- Elms, D. K., y Low, P. (2013). *Global value chains in a changing world*. Suiza: Fung Global Institute [FGI], Nanyang Technological University [NTU] y World Trade Organization [WTO]. Recuperado de [https://www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/aid4tradeglobalvalue13\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/aid4tradeglobalvalue13_e.pdf)
- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial [ FEMIA ] (2012). *Pro-Aéreo 2012 -2020. Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*. Recuperado de [http://economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/PROAEREO-12-03-2012.pdf](http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/PROAEREO-12-03-2012.pdf)
- Flores, S., y Villarreal, A. (2017). Comparative Analysis of the Developmental Strategy of Aerospace Industry in Brazil, Canada and México: Public-Policy Implications. *Latin American Policy*, 8(1), 41-62.
- Fondo Monetario Internacional [FMI]. (2018, octubre). *Perspectivas de la economía mundial: Retos para un crecimiento sostenido*. Recuperado de <https://www.imf.org/~media/Files/Publications/WEO/2018/October/Spanish/weo1018s.ashx?la=es>
- Gereffi, G. (2001). Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización. *Problemas del Desarrollo*, 32(125), 9-37.
- Gereffi, G. (2005). The global economy: organization, governance and development. En N. Smelser y R. Swedberg (Eds.), *The Handbook of Economic Sociology* (pp. 160-182). Nueva York: Princeton University.

- Gereffi, G. (2018). Políticas de desarrollo productivo y escalamiento: la necesidad de vincular empresas, agrupamientos y cadenas de valor. En E. Dussel, *Cadenas Globales de Valor. Metodología, Teoría y Debates*. (pp. 13-44). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía.
- Gereffi, G., y Fernández-Stark, K. (2016). *Global Value Chain: A primer* (2.<sup>a</sup> ed.). Recuperado de [https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/Duke\\_CGGC\\_Global\\_Value\\_Chain\\_GVC\\_Analysis\\_Primer\\_2nd\\_Ed\\_2016.pdf](https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/Duke_CGGC_Global_Value_Chain_GVC_Analysis_Primer_2nd_Ed_2016.pdf)
- Hualde, A., y Carrillo, J. (2007). *La industria aeroespacial en Baja California: características productivas y competencias laborales y profesionales*. México: Colegio de la Frontera Norte.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] (2013). *Matriz de Insumo Producto. Base 2013*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/mip/2013/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] (2014). *Censos Económicos*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2014/>
- KPMG International. (2016). *Global Aerospace and Defense Outlook*. Amstelveen, Holanda: KPMG International.
- López, M., y Pérez, S. O. (2018). *Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México*. Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepxi/article/view/2970/3035>
- Mitchell, M. (2009). *Complexity: A Guided Tour*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Newman, M. (2018). *Networks*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Niosi, J., y Zhegu, M. (2005). Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers? *Industry and Innovation*, 12(1), 1-25.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2018). *Trade Policy Implications of Global Value Chains*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Recuperado de <https://www.oecd.org/tad/trade-policy-implications-global-value-chains.pdf>
- Ortiz-Ospina, E., Beltekian, D., y Roser, M. (2018). *Trade and Globalization*. Recuperado de <https://ourworldindata.org/international-trade>
- ProMéxico. (2014). *Plan Nacional de Vuelo. Industria aeroespacial mexicana mapa de ruta*. México: ProMéxico.
- ProMéxico. (2016). *Global Value Chains: a model for the integration of mexican companies*. Ciudad de México: ProMéxico.
- Salinas-García, R. J. (2012). Desarrollo Industrial y Formación Profesional en la industria aeronáutica en Querétaro. *Revista de Educación y Desarrollo* 23, 5-14.
- Salomé, A., Morillas, A., y Rueda, C. (2005). Relaciones interindustriales y difusión de la innovación: una aproximación desde la Teoría de Redes, Urban/Regional 0512005, University Library of Munich, Germany.
- Sandoval, S. (2013). *La cadena global de hortalizas. La estrategia de ascenso de los productores sinaloenses*. México: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.

- Sandoval, S. (2015). La cadena global de valor: consideraciones desde el ciclo del capital. *Problemas del Desarrollo*, 46(182), 165-190.
- Secretaría de Economía [SE]. (2013). *Sector Aeroespacial*. México: Secretaría de Economía. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63679/FC\\_Aeroespacial\\_ES.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63679/FC_Aeroespacial_ES.pdf)
- Secretaría de Economía [SE]. (2017). Pro Aéreo 2012-2020 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial. Recuperado de [http://economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/PROAEREO-12-03-2012.pdf](http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/PROAEREO-12-03-2012.pdf)
- Sturgeon, T. (2011). De cadenas de mercancías (commodities) a cadenas de valor. *Eutopía, Revista de Desarrollo Económico Territorial* (2), 11-38. DOI: 10.17141/eutopia.2.2010.1027
- Sturgeon, T., y Memedovic, C. (2011). *Mapping Global Value Chains: Intermediate goods trade and structural change in the world economy*. Recuperado de <https://open.unido.org/api/documents/4811381/download/Mapping%20Global%20Value%20Chains%20%20Intermediate%20Goods%20Trade%20and%20Structural%20Change%20in%20the%20World%20Economy>
- Sturgeon, T., Gereffi, G., Guinn, A., y Zylberberg, E. (2013). *Brazilian Manufacturing in International Perspective. A Global Value Chain Analysis of Brazil's Aerospace, Medical Devices, and Electronics Industries*. Recuperado de <https://gvcc.duke.edu/cggclisting/brazilian-manufacturing-in-international-perspective-a-global-value-chain-analysis-of-brazils-aerospace-medical-devices-and-electronics-sectors/>
- United Nations Conference on Trade and Development Statistics [UNCTAD]. (2019). Statistics. Recuperado de <https://unctad.org/en/Pages/statistics.aspx>
- Utterback, J., y Abernathy, W. (1975). A dynamic model of process and product innovation. *Omega, The International Journal of Management*, 3(6), 639-956.
- Vázquez M. A. y Bocanegra C. (2018). La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora. *Problemas del Desarrollo* 49(195), 153-176
- Wasserman, S. y Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications* (Vol. 8). Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Williamson, O. E. (1975). *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*. Nueva York: Free Press.
- Williamson, O. E. (1979). Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations. *Journal of Law and Economics*, 22(2), 233-261.

## Notas

1 De acuerdo con Williamson (1975) y Williamson (1979) las transacciones al interior de las firmas reducen costos de transacción debido a que las estructuras de gobernanza que organizan la interacción entre y al interior de las firmas, supera las fallas del mercado y son más eficientes.

2 En México, la Secretaría de Economía (SE) tipifica a la industria aeroespacial como una cadena global de valor; la cual se define como una amplia gama de productos que van desde aviones, helicópteros y motores hasta distintos niveles de partes, componentes y sistemas de ensamble. La tipología incluye actividades de manufactura de aeronaves y



aeropartes (contempladas fundamentalmente en la clase industrial 336410 del SCIAN), además de diversas actividades vinculadas a mantenimiento y reparación (MRO). Por su parte, ProMéxico (2014) define al sector aeroespacial mexicano como el conjunto de “empresas dedicadas a la manufactura, mantenimiento, reparación, adecuación, ingeniería, diseño y servicios auxiliares (aerolíneas, laboratorios de pruebas y centros de capacitación, entre otros), de aeronaves de tipo comercial y militar”.

3 Las exportaciones del sector aeroespacial en México pasaron de 1 306 millones de dólares a 5 463 millones de dólares durante el periodo 2004 a 2013 (Secretaría de Economía, 2013) y el número de empleos alcanzó la cifra de 50 mil en 2017 (Secretaría de Economía, 2017). “El número de empresas en el país se duplicó entre 2006 y 2011 llegando a 260 plantas industriales. México es el país con mayor inversión en manufacturas aeronáuticas en el mundo, alrededor de 33 mil millones de dólares entre 1990 y 2010, y alcanza exportaciones superiores a los 4 500 millones de dólares.” (Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial [FEMIA], 2012, p. 2). Para 2016 “se identificaron 330 unidades económicas y centros de apoyo con operaciones del sector aeroespacial, mismas que se distribuyen en 18 estados de la República Mexicana” (Secretaría de Economía, 2017, p. 19).

4 Otras ramas de manufactura avanzada en México son la industria automotriz, el sector eléctrico-electrónico y la industria de dispositivos médicos.

5 ProMéxico es una institución del gobierno mexicano que tiene como objetivo atraer inversión extranjera directa, promover exportaciones y la internacionalización de las firmas mexicanas. Para lograr lo anterior ha establecido cuatro modelos de negocios: el modelo de oferta, el modelo de demanda, la Red Exporta y el modelo ACT (Alianzas con Transnacionales).

6 Los actores que participan en el modelo son: El Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), El Banco de Comercio Exterior (BANCOMEXT), Nacional Financiera, (NAFIN) e instituciones internacionales como la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA, por sus siglas en inglés) y el Servicio de Expertos Senior de Alemania (SES, por sus siglas en inglés) (ProMéxico, 2016). En este sentido se destaca la iniciativa en conjunto con TechBA Michigan, la cual pertenece a una red de aceleradores de negocios concentrada en la internacionalización de compañías mexicanas. El trabajo es financiado por la Secretaría de Economía y es administrado por la United States-México Foundation for Science (FUMEC, por sus siglas en inglés). En este caso particular se trabaja para promover el desarrollo de proveedores de Tier 2 en la industria automotriz, seleccionados por fabricantes de equipo original (OEM) y sus proveedores de Tier 1.

7 Global Value Chain Initiative (2018).

8 La estrategia de fomento permite liberar de cuotas a los bienes importados para su exportación. En los términos del análisis de cadena de valor, esta acción califica como una ventaja de carácter institucional que supera restricciones locales (Gereffi, 2018) estimulando a las firmas globales de la industria a capturar los beneficios que ofrece la regulación local a través de la inversión. En este mismo orden se encuentra la importancia de los tratados de libre de comercio firmados por México los cuales garantizan el acceso preferencial a diversos mercados.

9 Un ejemplo de lo anterior es señalado por (Flores y Villarreal, 2017, p. 55) al evidenciar la pobre vinculación de los centros de investigación aeroespaciales en México con las empresas locales, que pretenden ser incorporadas a la cadena de valor, por otro lado, en materia de capital humano, éste está siendo orientado por las firmas establecidas como Bombardier.

10 La SE considera como entidades de apoyo a centros de investigación públicos, universidades y empresas que proveen servicios complementarios diversos no involucrados directamente con los otros procesos, por ejemplo: recursos humanos, consultoras y venta de consumibles, entre otras.



## Notas de autor

- a Profesora de tiempo completo de la Facultad de Economía de la UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Es catedrática invitada en el programa de doctorado “Desarrollo Sustentable y Globalización” de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, y del programa de maestría en “Derechos Humanos” de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en los que también participa como tutora y sinodal. Ha sido ponente y conferencista en diversos foros y congresos nacionales e internacionales con temas vinculados a la innovación, acumulación de capital y cadenas de valor. Sus líneas de investigación son: Cadenas globales de valor e innovación; Desarrollo tecnológico y procesos de acumulación, teoría de las crisis y ciclos largos.
- b Profesor de Tiempo Completo en la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Doctor en Economía por la misma institución. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Ha sido conferencista invitado en varias instituciones de México, Estados Unidos, Francia, Perú, Argentina, entre otras. Ha publicado 3 libros en donde sobresalen temas de innovación, así como, numerosos artículos de investigación y capítulos de libros. Y ha dictaminado artículos de investigación para revistas científicas.
- c Doctor en Economía por la Facultad de Economía de la UNAM. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (C). Ha publicado artículos en revistas especializadas de Estados Unidos, España, Chile, Colombia y México, entre otros. Ha participado como consultor en jefe de proyectos desarrollados para el Banco Mundial, la Secretaría de Economía, IBM, la UNAM, e INFOTEC. Ha sido jefe de la Coordinación de Teoría Económica y Economía Pública y actualmente se desempeña como jefe de la Licenciatura en la Facultad de Economía de la UNAM.