



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES**

**ESTATUS DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL A NIVEL  
GLOBAL Y EN MEXICO: ACCIONES, RESULTADOS Y  
PERSPECTIVAS DEL PRO-AEREO 2012-2020 EN EL PERIODO  
2012-2018**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADA EN RELACIONES  
INTERNACIONALES**

**P R E S E N T A :**

**ALMA HERRERA SOKOLOVA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
MTRO. MARCO ANTONIO LOPATEGUI  
TORRES**

**Ciudad Universitaria, CD. MX, 2020**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **Agradecimientos**

A mi familia, a la gente que estuvo en mi camino en lo personal y lo profesional y por supuesto a la UNAM.

“Por mi raza hablará el espíritu”

*"Cuando todo parezca estar en tu contra, recuerda que los aviones despegan con el viento en contra, nunca a favor". Henry Ford.*

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>1. La industria aeroespacial a nivel global.....</b>	<b>5</b>
1.1 Industria aeroespacial.....	6
1.1.1 Breve historia de la industria aeroespacial.....	6
1.1.2 Definición y composición de la industria aeroespacial.....	12
1.2 La industria aeroespacial a nivel global.....	15
1.2.1 La importancia global de la industria aeroespacial.....	16
1.2.2 Actores internacionales en la industria aeroespacial.....	25
<b>2. La industria aeroespacial mexicana y el <i>Pro-Aéreo 2012-2020</i>.....</b>	<b>39</b>
2.1 Antecedentes y evolución de la industria aeroespacial en México .....	40
2.2 Estatus actual de la industria aeroespacial en México.....	51
2.3 Revisión del Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial ( <i>Pro-Aéreo 2012-2020</i> ) .....	62
2.3.1 Análisis FODA.....	63
2.3.2 Visión y estructura general del <i>Pro-Aéreo 2012-2020</i> .....	68
2.3.2.1 Líneas y acciones estratégicas.....	71
2.3.2.2 Metas globales, mecanismo de coordinación y actores relevantes.....	74
<b>3. Acciones, resultados y perspectivas del <i>Pro-Aéreo 2012-2020</i>.....</b>	<b>80</b>
3.1 Acciones realizadas en el marco del <i>Pro-Aéreo</i> durante el periodo 2012-2018.....	81
3.2 Resultados de las acciones implementadas.....	92
3.3 Perspectivas globales y nacionales de la industria aeroespacial.....	98
3.4 Consideraciones finales.....	105
<b>Conclusiones.....</b>	<b>110</b>
<b>Fuentes de consulta.....</b>	<b>112</b>

## Introducción

El siglo XX fue un hito en muchos sentidos para la historia de la humanidad: guerras de alcance mundial, surgimiento y caída de potencias políticas e ideológicas, incremento de la población y la esperanza de vida, grandes avances en la ciencia y la tecnología, entre muchos otros avatares que se pueden enumerar.

Se realizaron logros significativos en dicho siglo, entre los que se encuentra la superación de la gravedad, a través de máquinas, para que el ser humano pudiera surcar los cielos e, incluso, pudiera superar las barreras del propio planeta, para llegar a pisar otros cuerpos celestes del sistema solar.

El desarrollo de la aeronáutica y de la exploración espacial, ha influido en la relación entre las sociedades internacionales, ya que facilitó y redujo el tiempo de intercambio de información, personas y bienes a nivel global. El comercio mundial, el turismo o la movilidad de personas se han visto favorecidos con medios de transporte aéreo cada vez más amplios, cómodos, rápidos y eficientes. Asimismo, los satélites, como ejemplo más significativo del sector espacial, desempeñan un papel elemental en las redes de comunicación global, permitiendo que circule la información en tiempo real por todo el planeta, conectando a cada actor de la sociedad internacional como nunca en la historia.

Basado en la influencia e importancia de la industria aeroespacial para la sociedad internacional, el presente trabajo pretende abordar el tema de la industria aeroespacial en México a partir del plan elaborado por la Secretaría de Economía en colaboración con la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial denominado *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial Pro-Aéreo 2012-2020* realizado para impulsar y desarrollar este sector.

En el primer capítulo se abordarán algunos conceptos relativos a la industria, la relevancia del sector en la historia de la humanidad, así como el estatus actual de la industria aeroespacial a nivel global.

En el segundo capítulo se revisará el estatus general de la industria aeroespacial en México a través del tiempo. Se estudiarán tanto los primeros vuelos y esfuerzos por generar tecnología propia para surcar los cielos, como el punto

actual, en que la industria aeroespacial mexicana representa un sector estratégico en franco crecimiento.

En el capítulo final, se examinarán las acciones que se han llevado a cabo en el país durante el periodo de aplicación del Pro-Aéreo 2011-2020 en el marco delimitado en la presente investigación, a saber 2012-2018, así como algunos resultados de dichas acciones y un pequeño análisis de la versión del Pro-Aéreo 2.0.

Por último, se establecerán diversas perspectivas sobre el futuro de dicha industria, lo que permitirá presentar algunas consideraciones finales a modo de propuestas para seguir mejorando el posicionamiento de México a nivel global.

## **1. La industria aeroespacial a nivel global**

El siglo XX fue un hito en muchos sentidos para la historia de la humanidad: guerras devastadoras de alcance mundial, surgimiento y caída de potencias políticas e ideológicas, incremento de la población y la esperanza de vida, grandes avances en la ciencia y la tecnología, entre muchos otros avatares que se pueden enumerar. Entre los logros más significativos se encuentra la superación de la gravedad, a través de las máquinas, para que el ser humano pudiera surcar los cielos e incluso, pudiera superar las barreras del propio planeta, para llegar a pisar otros cuerpos celestes del sistema solar.

El desarrollo de la aeronáutica y de la exploración espacial ha influido en la relación entre las sociedades a nivel internacional, ya que facilitó y redujo el tiempo de intercambio de información, personas y bienes a nivel global. El comercio mundial, el turismo o la movilidad de personas se han visto favorecidos con medios de transporte aéreo cada vez más amplios, cómodos, rápidos y eficientes. Asimismo, los satélites desempeñan un papel elemental en las redes de comunicación global, permitiendo que circule la información en tiempo real por todo el planeta, conectando a cada actor de la sociedad internacional como nunca en la historia.

Para establecer la importancia y el contexto global sobre el cual se asentará la evaluación del *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial en México (Pro-Aéreo 2012–2020)*, en el presente capítulo se abordarán algunos conceptos, así como la historia y el estatus actual de la industria aeroespacial a nivel global. Se revisará la participación de los actores internacionales más relevantes en la industria, así como las tendencias que han permitido que un país como México se inserte en un sector dominado por pocos y selectos participantes a nivel mundial.

De esta manera se podrá comprender a cabalidad la importancia de la industria aeroespacial para la sociedad internacional, se establecerán las bases para saber en qué lugar está ubicado México en el contexto mundial y se tendrá un esbozo de las oportunidades que este país puede aprovechar dentro del sector.

## **1.1 Industria aeroespacial**

Para entrar en materia, es menester establecer a qué hace referencia la industria aeroespacial, cuáles son algunos antecedentes sobre su desarrollo a nivel global, cómo se define y qué sectores o subsectores envuelve. Por lo que se realizará un breve repaso histórico sobre el origen y evolución de la aeronáutica y la exploración espacial, así como una explicación sobre el tipo de tecnología, infraestructura y servicios que son parte de la misma.

### **1.1.1 Breve historia de la industria aeroespacial**

La fascinación del hombre por el aire y el espacio ha estado presente desde la antigüedad. En diferentes culturas existieron leyendas como la de Dédalo e Ícaro en Grecia, donde el afán de volar y querer alcanzar el Sol le costó la vida a este último. En las culturas originarias de Mesoamérica podemos encontrar, dentro de las crónicas y códices mexicas o mayas, un sinnúmero de leyendas y estudios sobre el espacio, desde las leyendas de Quetzalcóatl y Kukulcán, que bajaban del espacio

a la Tierra en el equinoccio de primavera, hasta los avanzados estudios astronómicos plasmados en la arquitectura y el arte prehispánico.<sup>1</sup>

Fue hasta el siglo XX que, a través de una sucesión de fenómenos históricos, políticos y sociales, acompañados de una serie de realizaciones tecnológicas, se pudieron romper dos barreras: en primer lugar, imponerse a la gravedad, para lograr despegar del suelo a bordo de un vehículo y, en segundo lugar, obtener la propulsión necesaria para superar la atmósfera del planeta Tierra.

Se conjuntan las industrias aeronáutica y espacial. La primera tiene su campo de estudio en la troposfera, la primera capa de la atmósfera que se eleva a 11 km sobre el nivel del mar<sup>2</sup>, donde se llevan a cabo la mayor parte de los vuelos de las aeronaves. La segunda va más allá de la termósfera, que va de los 100 a los 600 km del nivel del mar aproximadamente<sup>3</sup>, incluso en el espacio exterior, siendo su principal campo las comunicaciones, con los satélites.<sup>4</sup>

Tras numerosos ensayos e innumerables frustraciones, el globo aerostático en el siglo XVIII supuso un paso importante, pero muy limitado, en el objetivo de encontrar un medio para desplazarse por el aire. Fue el desarrollo de la tecnología en el siglo XIX lo que permitió dedicar esfuerzos dirigidos a crear máquinas voladoras más pesadas que el aire.<sup>5</sup>

En 1884, el ingeniero e inventor británico, Lawrence Hargrave, experimentó en Australia con cometas en forma de caja con superficies curvas (Células de Hargrave), estableciendo que una superficie curva tiene mayor sustentación que

---

<sup>1</sup> Rodrigo Nava Amezcua, *Historia de la industria aeroespacial en México y su vínculo con la aeronáutica*, Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, septiembre-octubre de 2016, México, pp. 17-25. Dirección URL: <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=6263> (4 de octubre 2017)

<sup>2</sup> Es la capa más baja de la atmósfera terrestre. Se extiende desde el nivel del suelo hasta 11 km de altura y está caracterizada por temperaturas decrecientes del orden de 6º C por km. Dirección URL: <https://www.ecured.cu/Troposfera> (4 de octubre 2017)

<sup>3</sup> La termosfera o ionosfera se encuentra situada sobre la mesosfera. Puede llegar hasta los 2000ºC de temperatura. La termosfera va desde los 95 km de altura hasta aproximadamente los 600. A pesar de formar parte de la atmósfera de la Tierra, su densidad es tan escasa que gran parte de ella pertenece a lo que solemos llamar espacio exterior. Dirección URL: <https://www.lifeder.com/termosfera/> (4 de octubre 2017)

<sup>4</sup> Maricela López y Silvia Pérez, *Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México*, Boletín Científico ESTR, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, publicado 5 de enero de 2018. Dirección URL: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/2970/3035> (30 de enero 2018)

<sup>5</sup> Francisco Cabrillo, *Hermanos Wright, ¿el suyo fue el primer avión de la historia?*, Revista "Expansión", fecha de publicación 25 de julio 2017, Madrid. Dirección URL: <http://www.expansion.com/directivos/2017/07/25/59763be2ca4741c9608b45c9.html> (6 de octubre 2017)

una plana. En Alemania, el ingeniero Otto Lilienthal realizó más de un millar de planeos desde 1891, hasta estrellarse mortalmente en 1896.<sup>6</sup> Finalmente, se logró el exitoso despegue de la primera aeronave a principios del siglo XX; aunque se discute quién inventó el primer aeroplano que se pudo elevar de manera autónoma y la fecha de esa primera experiencia, la historia señala a los hermanos Wright y al vuelo del *Flyer I*, el 17 de diciembre de 1903.<sup>7</sup>

Wilbur y Orville Wright nacieron en 1867 y 1871, respectivamente. Mientras dirigían una fábrica de bicicletas en Ohio, empezaron a estudiar técnicas de vuelo y a diseñar un modelo aerodinámico que hiciera el volar algo posible; lo que culminó en la mencionada prueba de 1903. Empero no eran los únicos dedicados a esta actividad en aquellos años, en 1906 el brasileño Alberto Santos Dumont realizó un vuelo similar y, al no necesitar una catapulta de lanzamiento al igual que los Wright, muchos consideran que éste fue, realmente, el primer vuelo de un avión en la historia.<sup>8</sup>

No se debate en el presente apartado sobre el origen más aceptado o si existe una fecha oficial del nacimiento de la aeronáutica, todos son procesos, no existe como tal un origen o una invención del avión; sin embargo, son los antecedentes registrados desde los que partió el desarrollo de la aeronáutica.

A inicios del siglo XX, la construcción de aviones era un oficio que practicaban inventores y aventureros de forma artesanal en pequeños talleres, no tenían idea de lo que podía desencadenar. La aportación, pequeña, aunque decisiva, de los aviones militares de la Primera Guerra Mundial, hizo que la construcción de aviones saliese de los talleres y pasara a la producción en serie.<sup>9</sup>

Los aviones de segunda generación permitieron a los operadores de la posguerra adentrarse en el ámbito comercial, principalmente en el transporte de correo y carga urgente. Cabe destacar que los aviones de línea seguían sin

---

<sup>6</sup> Emilio Amade, *El vuelo que cambió la historia de la aviación*, diario El Mundo, sección "Ciencia", publicada el 23 de marzo de 2016, Madrid. Dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia/2016/10/21/580a348322601d2f7f8b4655.html> (6 de octubre 2017)

<sup>7</sup> Francisco Cabrillo, *Hermanos Wright, ¿el suyo fue el primer avión...?*, *Óp. Cit.*

<sup>8</sup> *Idem.*

<sup>9</sup> Buck Cameron, *La Industria Aeroespacial*, en "Construcción y mantenimiento aeroespacial", Enciclopedia De Salud y Seguridad en el Trabajo, editado por OIT, Tomo III, 2001, p. 90.3.

presurizar, sus sistemas de calefacción eran deficientes y no podían volar por encima de condiciones climatológicas adversas. A pesar de estos inconvenientes, el tráfico de pasajeros aumentó un 600 % entre 1936 y 1941, aunque continuaba siendo un lujo sólo al alcance de unos pocos.<sup>10</sup>

Los significativos avances y realizaciones técnicas, así como la consiguiente utilización de la fuerza aérea durante la Segunda Guerra Mundial, alentaron el vertiginoso crecimiento de la construcción aeronáutica que tuvo lugar en Estados Unidos, el Reino Unido y la Unión Soviética tras la finalización del conflicto. A partir de entonces, los misiles tácticos, los satélites de navegación y reconocimiento, y las aeronaves fueron ganando protagonismo en el ámbito aeronáutico militar.<sup>11</sup>

Habría que esperar a la segunda mitad del siglo XX para que la aviación civil diera un paso decisivo y contundente. A finales del decenio de 1950, la aparición de los turbo reactores comerciales hizo que los viajes en avión fueran más rápidos y cómodos, con lo que se disparó el crecimiento del transporte aéreo comercial. También las comunicaciones vía satélite y las tecnologías de control geográfico y de previsión meteorológica, poco a poco fueron ganando importancia comercial. Fueron alrededor de tres décadas (1950-1980) en que los viajes en avión se tomaron como símbolo de un elevado estatus social. Para 1993 la cifra anual de vuelo, en términos de pasajeros, rondaba los mil millones y para el año 2016 los servicios de transporte aéreo fueron utilizados por 3700 millones de personas (más del triple que 25 años atrás). Tal crecimiento se ha debido, en buena medida, a la gran reducción de costos y precios que este sector ha experimentado.<sup>12</sup>

Respecto al sector espacial, hasta el siglo XX, la idea de viajar por el espacio era cosa de científicos muy especializados o de escritores con mucha imaginación. El conocimiento del espacio, cuando sólo se podía observar a simple vista, era limitado y a menudo se basaba más en creencias mágicas o religiosas que en la realidad. A partir de 1600 los estudios de Kepler, la invención del telescopio y las observaciones de Galileo cambiaron el panorama de la humanidad en general. A

---

<sup>10</sup> *Idem.*

<sup>11</sup> *Idem.*

<sup>12</sup> Emilio Amade, *El vuelo que cambió la historia de la aviación...*, *Óp. Cit.*

pesar de que los instrumentos de observación mejoraron, continuaban enganchados a tierra.<sup>13</sup>

Desde el final de la Segunda Guerra Mundial, en 1945, la carrera hacia el espacio se intensificó. Los alemanes perfeccionaron los cohetes y sus conocimientos fueron fundamentales para los soviéticos y estadounidenses. Cuando se consiguió traspasar la atmósfera de la Tierra comenzó la era espacial, primero con satélites y sondas, después con naves tripuladas.

La Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) lanzó el primer satélite artificial, *Sputnik I*, el 4 de octubre de 1957. Un mes después, el 3 de noviembre, enviaron al primer ser vivo, la canina Laika, a bordo del *Sputnik II*. En febrero de 1958, Estados Unidos puso en órbita el *Explorer I*, su primer satélite. El 12 de abril de 1961, los soviéticos hicieron el primer vuelo tripulado y Yuri Gagarin fue el primer cosmonauta. Después, el americano Alan B. Shepard salió un cuarto de hora fuera de su cápsula para el primer paseo espacial.<sup>14</sup>

Antes de que el ser humano pisase el satélite natural, varios vehículos robóticos alunizaron: el primer robot en aterrizar en la Luna fue el soviético *Lunokhod 2*; el *Lunokhod 3*, por su parte, fue el primero en enviar imágenes de su superficie en 1959; mientras que, el *Lunokhod 9* fue el primero en alunizar en 1966.<sup>15</sup> El 21 de julio de 1969, la cápsula *Apollo XI* se quedó en órbita lunar mientras el módulo *Eagle* bajaba hasta la superficie: Neil Armstrong pararía a la historia como el primer humano en pisar la Luna.<sup>16</sup>

A partir del 1971, el gobierno de la URSS dedicó sus esfuerzos a construir una estación espacial, luego lo hizo Estados Unidos. La Comunidad Europea y Japón crearon sus propias Agencias del espacio y comenzaron a participar. La exploración del espacio se convirtió así en un proyecto internacional. En diciembre de 1973, la sonda espacial *Pioneer 10* de la Administración Nacional de Aeronáutica

---

<sup>13</sup> Astromia, *Exploración del espacio*, 2018. Dirección URL: <https://www.astromia.com/solar/exploracion.htm> (8 de octubre 2018)

<sup>14</sup> BBC Mundo [Redacción], *Cronología de la exploración espacial*, "Ciencia y Tecnología", 16 julio de 2009. Dirección URL: [https://www.bbc.com/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/07/090714\\_luna\\_timeline\\_mes](https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/07/090714_luna_timeline_mes) (8 de octubre 2017)

<sup>15</sup> ABC [Redacción], *El día que Rusia llegó a la Luna*, Sección "Ciencia", publicado 21 de octubre de 2010. Dirección URL: <https://www.abc.es/20101021/ciencia/rusia-llego-luna-201010211136.html>

<sup>16</sup> Astromia, *Exploración del espacio...*, Óp. Cit.

y el Espacio, NASA (por sus siglas en inglés, National Aeronautics and Space Administration) se convirtió en el primer vehículo en acercarse a Júpiter. En julio de 1976, la primera de dos sondas espaciales *Viking* tocó la superficie de Marte.<sup>17</sup>

En septiembre de 1993, el primer ministro ruso, Victor Chernomyrdin, y el vicepresidente de Estados Unidos, Al Gore, firmaron un acuerdo para fusionar la estación estadounidense *Freedom* y la rusa *Mir-2*, creando las bases para el surgimiento de la Estación Espacial Internacional.<sup>18</sup>

China lanzó su primera misión al espacio en 2003, la nave *Shenzhou 5*, tripulada por el astronauta Yang Liwei, permaneció en órbita por 21 horas. En julio de 2004, la sonda *Cassini* (un proyecto conjunto de Estados Unidos y algunos países de Europa ) entró en la órbita de Saturno buscando detectar la presencia de agua.

El 4 de octubre de 2004, *Space Ship One*, la primera nave tripulada de capital privado alcanzó el espacio y voló a una altura de 100 kilómetros arriba de la atmósfera. Asimismo, en enero de 2014, la sonda europea *Huygens* llegó a la luna de Saturno, Titán. Nunca antes se había logrado un aterrizaje controlado a un punto tan distante de la Tierra. En octubre de 2005, India envió a la Luna su primera sonda espacial, *Chandrayaan-1a*.<sup>19</sup>

Además de los viajes tripulados, se han enviado al espacio naves con instrumentos que exploran el sistema solar: La sonda *Voyager*, que ha fotografiado de cerca casi todos los planetas; diversos robots que se han paseado por Marte; o el *Hubble*, un telescopio situado en órbita.

No es el objetivo del presente trabajo realizar un recorrido concienzudo sobre la historia de la aeronáutica o de la exploración espacial, pero vale la pena establecer algunos antecedentes –de manera breve- para reconocer en el tiempo, la evolución acelerada que han tenido las industrias relacionadas; en apenas un siglo, los avances han sido exponenciales.

---

<sup>17</sup> BBC Mundo [Redacción], *Cronología de la exploración espacial...*, Óp. Cit.

<sup>18</sup> *Idem*.

<sup>19</sup> *Idem*.

De esta manera, es reconocible la influencia que los fenómenos internacionales, tanto en el ámbito político como económico, han tenido en el desarrollo de la industria. Por ejemplo, la carrera espacial, que aceleró dicha industria, está inmersa en un contexto de confrontación política-ideológica entre dos superpotencias mundiales. La cantidad de recursos políticos, económicos y humanos destinados a los programas espaciales por parte del Estado fueron, de manera evidente, un propulsor de dicho desarrollo durante la segunda mitad del siglo XX.

### 1.1.2 Definición y composición de la industria aeroespacial

Según Carrincazeaux y Frigant, la industria aeroespacial se define como aquella que se dedica a las “actividades productivas destinadas al diseño y construcción de aviones, helicópteros, lanzacohetes, misiles, naves espaciales y satélites; así como el equipo del que dependen éstos, además de los motores y los equipos mecánicos y electrónicos utilizados a bordo.”<sup>20</sup>

La cadena global de la industria aeroespacial comprende una amplia gama de productos, desde aviones, helicópteros y motores, hasta distintos niveles de partes, componentes y sistemas de ensamble. Esto no significa que sólo sea enumerar una serie de máquinas, artefactos o herramientas que se fabrican, debido a que se requiere de la infraestructura sobre la que funciona toda la industria.

Existe un amplio marco en el que se encuadra este sector, que es todo un complejo sistema para fabricar, acopiar, resguardar, operar y controlar a distancia aeronaves, satélites, misiles, etcétera. Esta industria toca el ámbito civil y militar, por lo que se demanda una serie de eslabones imprescindibles para su desenvolvimiento, como aeropuertos, talleres especializados, bases espaciales, líneas aéreas, bases militares y centros de I+D, entre otros.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> Christophe Carrincazeaux y Vincent Frigan, *The internationalisation of the French aerospace industry: to what extent were the 1990's a break with the past?*, Revista “Competition and Change”, Vol. 11, No. 3, septiembre de 2007, pp. 747-758.

<sup>21</sup> ETSIA UPM (Informe anual), *Estructura de la Industria Aeroespacial*, Administración de Empresas y Estadística/Universidad Politécnica de Madrid, Informe anual, 2011, España. Dirección URL:

Como ya se mencionó, la industria aeroespacial es el resultado conjunto de las industrias aeronáutica y espacial. Sin embargo, existe una diferencia clara entre los productos de ambas, que estriba en que los productos de la industria aeronáutica están hechos para circular “dentro” de la atmósfera terrestre, mientras que los productos de la industria espacial están hechos para circular “fuera”, lo que conlleva capacidades productivas, tecnológicas y humanas, que si bien parecen relacionadas en algunos aspectos, son de dimensiones y complejidades superiores en muchos otros.<sup>22</sup> Sin embargo, son básicamente las mismas empresas y los mismos programas productivos los que se encargan de ambas industrias, por lo que es preferente llamarles por su conjunto: aeroespacial.

Una distinción destacable, es que la industria aeroespacial no se rige únicamente por las estrategias productivas y competitivas de rentabilidad que guían a las demás industrias para mantener cierto nivel de competencia, sino que organiza la producción, la investigación y la gestión de los recursos humanos de forma diferente.<sup>23</sup> Parte considerable de las actividades, objetivos y estrategias asociadas que han florecido en distintos países, pueden vincularse con el rol que desempeña el Estado y no sólo con la rentabilidad de la inversión o la demanda en el mercado, donde se da la producción y la organización planificada, asociada a temas de vanguardia en la investigación científica, la tecnología, la innovación, la seguridad nacional (defensa), la política industrial, así como el desarrollo de recursos humanos de alta especialización. Lo anterior particularmente se vislumbra en Estados Unidos, Rusia, algunos países de Europa y más recientemente en India y China.<sup>24</sup>

Es reconocible que la historia de la industria aeroespacial ha estado siempre ligada a su empuje desde los gobiernos, por razones militares. En este tenor, aunque en los últimos 40 años la aeronáutica civil ha tenido un gran desarrollo, el sector aeroespacial en su conjunto debe su productividad a la prioridad que le han dado

---

[https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/Informe%202006/pdfs/2\\_%20Estructura.pdf](https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/Informe%202006/pdfs/2_%20Estructura.pdf) (10 de octubre 2017)

<sup>22</sup> Fernando Samperio, *Indicios de escalamiento productivo y laboral en la industria aeroespacial en México (2004-2016) y en casos intraempresa en Querétaro*, Tesis, UNAM/FE, México, 2018, p. 71.

<sup>23</sup> Rojo Ibañez y Callet López, *La industria aeroespacial en Europa: innovación tecnológica y reorganización productiva*, Proyecto laboratorio industrial UE-Mercosur-Informes sectoriales, 2006. Dirección URL: [http://www.sindlab.org/download\\_up/aeroespacialEuropa.pdf](http://www.sindlab.org/download_up/aeroespacialEuropa.pdf) (10 de octubre 2017)

<sup>24</sup> Fernando Samperio, *Indicios de escalamiento productivo y laboral en la industria...*, *Óp. Cit.*, p. 72.

los países industrializados en sus políticas de infraestructura y desarrollo tecnológico, lo que ha logrado posicionar a esta industria entre las más innovadoras.

Retomando el desarrollo histórico de la industria, el gran impulso con la carrera espacial y armamentista que se dio durante la Guerra Fría, definió algunos modelos de desarrollo industrial del sector que citan diversos autores:

- El modelo de Estados Unidos, donde las agencias públicas de defensa (Pentágono) y desarrollo espacial (NASA) marcaron los objetivos de la industria, que continúan siendo puestos en práctica por empresas privadas.
- El modelo de la Unión Soviética, donde la industria era nacional y producía de acuerdo con un sistema de planificación pública. Dicho sistema ha evolucionado en la misma Federación Rusa, permitiendo ciertas proporciones de inversión privada y asociaciones estratégicas de distintas índoles. Parecido a este modelo, con sus variantes, China e India han logrado consolidar su industria en los últimos 20 años.<sup>25</sup>
- El modelo europeo, que históricamente se apoya en los objetivos de sus potencias industriales: Francia, Gran Bretaña, Alemania, España e Italia. A finales del siglo XX, el sector se empieza a organizar en estos países de manera similar al modelo estadounidense, formando consorcios. Esta integración de la industria en Europa permite que las empresas suministradoras europeas también trabajen para fabricantes estadounidenses de otros subsectores.

Esta industria representa uno de los sectores de mayor potencial y dinamismo en las economías nacionales, debido al alto grado de tecnología y sofisticación de sus productos, la generación de empleos, así como su vinculación y dependencia hacia otros sectores productivos.

La industria aeroespacial se considera estratégica, tanto por razones económicas como de seguridad nacional. Para una economía puede generar beneficios como inversiones y creación de empleo, que pueden ser sostenidos a largo plazo, vinculados a los flujos económicos, programas de innovación y

---

<sup>25</sup> José Ramón Gutiérrez, *Propuesta de un modelo integral para la mejora de los procesos de innovación en los clústeres industriales (Modelo INNOVA). Una Aplicación al Clústeres aeroespacial madrileño*, Tesis Doctoral, Universidad Antonio de Nebrija, 2012. Dirección URL: <https://www.educacion.gob.es/-teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=OoPrIBg4BLE%3D> (12 de octubre 2017)

asociaciones integrales de desarrollo establecidas entre el gobierno, el sector empresarial y el académico. Independientemente de la región del mundo que se trate, el sector aeroespacial posee una serie de características propias, indicativas de su incidencia en las actividades productivas de algún país determinado.<sup>26</sup>

Asimismo, en el sector se genera un ambiente propicio e imprescindible para la cooperación internacional. Por ejemplo, desde la década de los noventa, en la Unión Europea se han producido una serie de fusiones, adquisiciones y alianzas entre los grandes consorcios aeroespaciales. También está el caso de algunos procesos de transferencia tecnológica que Rusia ha tenido con países de su región de influencia y algunos países aliados, como China, India o Brasil.<sup>27</sup>

Además, el conocimiento y la investigación para la exploración espacial han derivado en cientos de aplicaciones técnicas para la industria en general (sistemas de vacío en la producción alimentaria), la seguridad civil (trajes para bomberos, por ejemplo), el sector energético (los paneles solares comunes provienen de los desarrollados para satélites) o aplicaciones en el hogar (detectores de humo o aspiradoras), entre muchas otras. Por lo que, la influencia económica y social de la industria no es algo alejado de la vida cotidiana, ni se queda en el entendimiento de una estructura macroeconómica solamente.<sup>28</sup>

## **1.2 La industria aeroespacial a nivel global**

Como se pudo observar, el sector aeroespacial se encuentra vinculado a la continua innovación y al desarrollo de materiales de vanguardia, así como al fortalecimiento de una industria que cada vez tiene más gobiernos, empresas y personas que consumen sus productos y servicios, contribuyendo al desarrollo económico y social

---

<sup>26</sup> Maricela López y Silvia Pérez, *Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México...*, Óp. Cit.

<sup>27</sup> ETSIA UPM (Informe anual), *Estructura de la Industria Aeroespacial...*, Óp. Cit.

<sup>28</sup> Anna Martí, *17 tecnologías y productos que tenemos gracias a la carrera espacial: desde energía solar hasta fruta deshidratada*, publicado el 14 de julio de 2017. Dirección URL: <https://www.xataka.com/espacio/17-tecnologias-y-productos-que-tenemos-gracias-a-la-carrera-espacial> (12 de octubre 2017)

de los países con alta participación y, además, se caracteriza por demandar altos niveles de calidad, tecnología y seguridad en todas sus actividades.<sup>29</sup>

Es un sector estratégico que puede llegar a ser relevante, ya que guarda una fuerte relación con otros sectores productivos, como las comunicaciones y el transporte, de tal forma que constituye una plataforma multiplicadora hacia los sectores vinculados. Para entender dicha incidencia, a continuación, se presentan datos concretos, que permitirán conocer su estatus actual a nivel global y su relación con los distintos factores económicos y tecnológicos.

### 1.2.1 La importancia global de la industria aeroespacial

La industria aeroespacial representa, al 2018, una de las industrias de mayor dinamismo a nivel global. En el año 2015, el valor de la producción mundial del sector ascendió a 582.6 mil millones de dólares. América del Norte (incluyendo México) es la región con más participación, con el 51 % de total; seguido de Europa con el 31 % y Asia-Pacífico con el 13.93 %. Bajo esta lógica, estas tres regiones concentran el 96 % de la producción mundial.<sup>30</sup>

En la siguiente tabla se plasman los 20 mayores productores aeroespaciales, con base en el valor total de su producción en el año 2015. Se puede observar que México se ubica en el lugar 14 y su competencia directa son países emergentes como Brasil, Singapur y Corea del Sur, que están por delante en la Tabla 1.

**Tabla 1**

PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES EN MILES DE MILLONES DE DÓLARES (2015)		
Posición	País	Producción
1	Estados Unidos	277.4
2	Francia	83.6
3	Reino Unido	41.3
4	China	39.4
5	Alemania	33.9
6	Japón	18.7
7	Canadá	16.2
8	Rusia	11.1

<sup>29</sup> Secretaría de Economía, *Industria Aeronáutica en México*, Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología, publicado en junio 2011. Dirección URL: [http://www.economia.gob.mx/files/Industria\\_Aeronautica\\_Mexico.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/Industria_Aeronautica_Mexico.pdf) (23 de octubre 2017)

<sup>30</sup> Secretaría de Economía, *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial-Pro Aéreo 2.0*, gobierno de México, 2017, p. 4.

9	Corea del Sur	8.3
10	Italia	7.0
11	Brasil	5.7
12	Singapur	4.9
13	España	4.1
14	México	3.8
15	Suiza	3.6
16	Malasia	2.5
17	Australia	2.2
18	Suecia	2.2
19	Filipinas	1.5
20	Israel	1.4
	Otros	13.7
	Total	582.6

Fuente: Secretaría de Economía, *Pro-Aéreo 2.0*, 2017, p.4.<sup>31</sup>

En los últimos años, el flujo aéreo se ha incrementado significativamente, por ser un medio de transporte útil y atractivo para distintos ámbitos, el traslado de personas y mercancías, con ventajas como menores tiempos de transportación y baja probabilidad de accidentes.<sup>32</sup> Ante el creciente mercado, la demanda de los aviones ha detonado de igual forma, por lo que, actualmente los fabricantes incluso tienen listas de espera para sus clientes.

Con base en un estudio publicado por Airbus, el transporte de pasajeros a nivel mundial mantiene su crecimiento favorable y en 2016 se incrementó 6.3% respecto a 2015, medido por los RPKs (*Revenue Passenger Kilometres*). Mientras que en los últimos diez años el transporte aéreo mundial creció 60%.<sup>33</sup> Cabe mencionar que el comportamiento del tráfico aéreo internacional depende de diversas circunstancias, como la actividad económica de las naciones, la facilidad para viajar y factores del mercado local, tales como: el crecimiento del PIB, ingresos per cápita, apertura de servicios aéreos entre países, flexibilidad de regulaciones del mercado doméstico y las tecnologías emergentes, entre otros.<sup>34</sup>

<sup>31</sup> Para el caso de México se utiliza el nivel de exportaciones como un aproximado de la producción, ya que considera información de las fracciones especiales que son un mecanismo exclusivo del país.

<sup>32</sup> Según datos de la *Aviation Safety Network (ASN)*, hay un accidente por cada 7.36 millones de vuelos, lo que, estadísticamente, convierte al transporte aéreo en el más seguro de todos. Dirección URL: [https://verne.elpais.com/verne/2018/01/02/articulo/1514883662\\_930442.html](https://verne.elpais.com/verne/2018/01/02/articulo/1514883662_930442.html) (23 de octubre 2017)

<sup>33</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0*, p. 3. Con datos de *Airbus Global Market Forecast 2017-2036 "Growing horizons"*.

<sup>34</sup> IATA, *Technology Roadmap 4th Edition*, Asociación de Transporte Aéreo Internacional, junio 2013.

La industria aeroespacial aceleró su crecimiento a mediados de los años noventa, cuando se dispararon las inversiones, llegando a una cifra récord en el 2008, de casi 70 mil millones de dólares sólo ese año. Actualmente, el 45% de las inversiones mundiales totales se destinan a actividades de mantenimiento y reparación (MRO); el 36% al sector manufacturero y; el 19% a tareas en Ingeniería e Investigación y Desarrollo.<sup>35</sup>

De acuerdo con estimaciones de *FDI Markets*, de 2009 a 2017, en una muestra de 40 países analizados, se registraron 1,192 proyectos de inversión en la industria aeroespacial, por un valor estimado de 54,4 mil millones de dólares (en inglés, las cifras de miles de millones se expresan como “*billions dollars*” BnUSD).<sup>36</sup> En este periodo, América del Norte ha logrado atraer 320 proyectos, 27% del total de proyectos identificados. Estados Unidos se posiciona en primer lugar del *ranking* y México como primer lugar entre los países latinoamericanos.<sup>37</sup>

En cuanto a generación de empleos, según un estudio de la consultora *Deloitte*, para el año 2010, considerando las 91 empresas más relevantes a nivel mundial, la industria aeroespacial sostenía más de 2 millones de empleos y para el 2017, se crearon 184 mil más. Una ventaja competitiva en el rubro de generación de empleos está en las remuneraciones salariales, que en promedio equivalen a 1.5 veces las del resto de las manufacturas.<sup>38</sup> Asimismo, guarda una fuerte vinculación con otros sectores productivos, de tal forma que constituye una plataforma de desarrollo al generar un efecto multiplicador hacia los ramos vinculados.

Cabe destacar, que la cadena global de valor de la industria está conformada por grandes fabricantes de equipamiento original *Original Equipment Manufacturer* (OEM), que producen y venden productos finales, como motores, aviones, satélites y helicópteros. Seguido del segmento TIER 1, que son fabricantes de productos y componentes que van directamente a la línea de ensamble final como: alas, trenes

---

<sup>35</sup> Secretaría de Economía-FEMIA, *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial-Pro Aéreo 2012-2020*, gobierno de México-Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, 2012, p. 4.

<sup>36</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, *Óp. Cit.*, pág. 5.

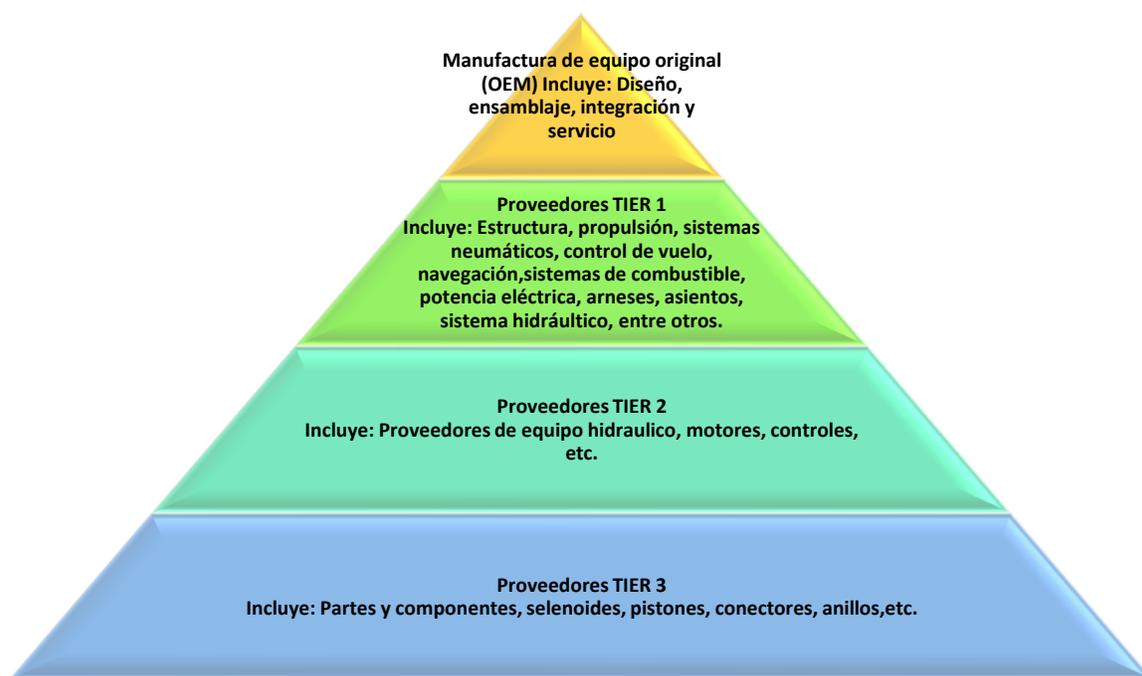
<sup>37</sup> *Idem*.

<sup>38</sup> Deloitte, *Global Aerospace & Defense Industry Performance Wrap-up*, Estados Unidos, 2010. Dirección URL: [http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us\\_ad\\_2009%20Global%20Aerospace%20Defense%20Industry%20Performance%20Wrap-up\\_051110.pdf](http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us_ad_2009%20Global%20Aerospace%20Defense%20Industry%20Performance%20Wrap-up_051110.pdf) (3 de noviembre 2017)

de aterrizaje, fuselajes, arneses, asientos, entre otros. El siguiente nivel es denominado TIER 2, que son las empresas proveedoras de partes que se integrarán a un componente del TIER 1, por ejemplo: maquinados, conectores, cables, aislantes, materiales compuestos, laminados e interruptores.<sup>39</sup>El último nivel es el denominado TIER 3 el cual son las empresas proveedoras de partes y componentes tales como solenoides, pistones, cilindros, conectores, anillos, entre otros.

A continuación, se muestra esta cadena en un esquema:

**Figura 1.**  
**Pirámide de la cadena global de valor de la industria aeroespacial**



Fuente: Elaboración propia con datos del Pro-Aéreo 2012-2020 y 2.0

La producción global de estas mercancías se puede instalar en distintas partes del mundo, mostrando la capacidad de diversos países, aunque no sean potencias aeroespaciales, para participar en fabricación del nivel TIER 1 y TIER 2, como es el

<sup>39</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, Óp. Cit., Pág. 5.

caso de México. Con base en el estudio de *Airbus*, se establece que en 2017 se tenía una flota mundial de 20,500 aviones entre pasajeros y carga. En sus proyecciones, se prevé que ésta se duplique y alcance las 42,530 unidades para 2036. La estimación se debe a un 52% de nuevas unidades requeridas, a un 30% de unidades existentes que deben ser reemplazadas y al 18% que permanecerá. El valor de esta nueva flota asciende a más de 5,3 billones de dólares, lo que representa una gran oportunidad para todos los participantes de esta industria.<sup>40</sup>

En términos de flota actual, Asia, América del Norte y Europa siguen siendo las regiones más importantes respecto al número de aeronaves comerciales y de carga en servicio. Esta tendencia continuará en los próximos 20 años, sin embargo, es importante apuntar que los crecimientos de las regiones y economías emergentes tendrán mayores tasas de variaciones.

Este crecimiento que se pronostica para la flota aérea en los siguientes años, generará, a su vez, un impulso a los servicios de Mantenimiento Reparación y Overhaul (MRO) y se estima que éste también se duplique, al pasar de un valor de mercado de 60 mil millones de dólares en 2016, que podría requerir más de 120 mil millones de dólares por año hasta el 2036, lo que generaría un monto acumulado de 1,85 billones de dólares durante el mismo período.<sup>41</sup>

Este incremento en servicios de MRO necesitará de más técnicos especializados, por lo que en los siguientes 20 años se estima que este segmento demande cerca de 548 mil técnicos a nivel mundial. En el siguiente mapa, se muestra la estimación de participación porcentual que tendrán las regiones en el sector de MRO para 2036<sup>42</sup>:

---

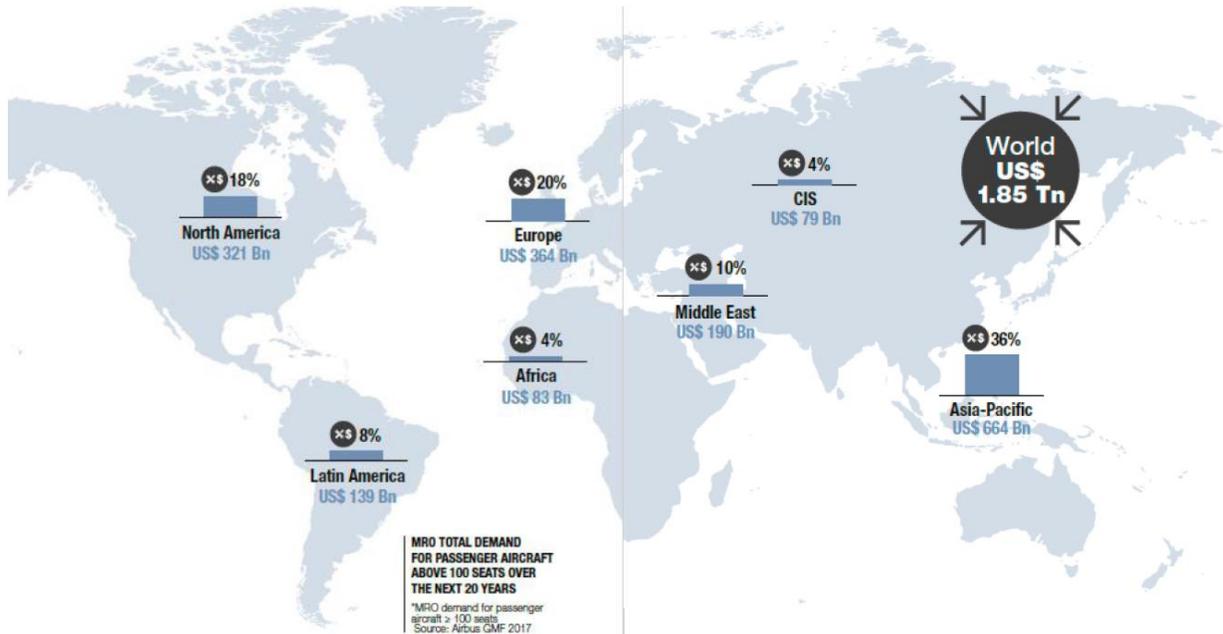
<sup>40</sup> Airbus, *Global Market Forecast 2017-2036 "Growing horizons"*. En Pro Aéreo 2.0, Pág. 12.

<sup>41</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, *Óp. Cit.*, Pág., 16

<sup>42</sup> Airbus, *Global Market Forecast 2017-2036 "Growing horizons" ...*, *Óp. Cit.*

## Mapa 1

### Previsión del mercado global 2017-2036 “Horizontes de crecimiento”



Fuente: Airbus, *Global Market Forecast 2017-2036 “Growing horizons”*.

Haciendo una sencilla operación aritmética, tomando en cuenta que América del Norte (en la que se incluye México) tendría una participación del 18%, serían cerca de 333 mil millones de dólares, de los que se podría beneficiar el sector aeroespacial mexicano en su región.

Cabe mencionar al mercado que está desarrollándose en el subsector de los vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) o comúnmente denominados “drones”. Los UAVs no necesitan humanos a bordo y tienen una infinidad de aplicaciones cotidianas, puesto que no tienen la misma exigencia de combustible o mantenimiento que requiere un avión o helicóptero tradicional y, en el uso militar, supone un menor riesgo de pérdida de vidas humanas. Su vuelo se controla de forma autónoma con un mando a distancia.<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, *Óp. Cit.*, Pág. 16

En 2016, el valor de mercado de UAV militares alcanzó los 8,5 mil millones de dólares y se espera que crezca a una tasa compuesta anual de 4.89%, para llegar en 2026 a una cifra cercana a los 13,7 mil millones de dólares. América del Norte se proyecta como el líder del mercado con un crecimiento del 32% durante el período, seguido de Europa con un 31% y Asia Pacífico con un 30%.<sup>44</sup>

Asimismo, con el uso recreativo, los drones están generalizando su uso cotidiano, multiplicando el consumo de este producto por un perfil muy diverso de usuarios, por lo tanto, al estar ampliando sus mercados, representa una oportunidad económica aún incalculada. Actualmente, en México se tienen detectadas diversas empresas ensambladoras de UAV en Baja California, Querétaro, Nuevo León, Jalisco y la Ciudad de México, son algunas de las entidades del país en donde dicha actividad ha tomado fuerza en su diseño y fabricación.<sup>45</sup>

En cuanto al futuro inmediato de la industria aeroespacial a nivel global, hay varias tendencias para la próxima década, que resulta relevante conocerlas por las oportunidades que pueden aprovecharse en México.

#### **Tendencias tecnológicas:**

- Fabricación de nuevos modelos con un alto porcentaje de materiales compuestos para aligerar su peso y proteger el medio ambiente (uso de titanio y aluminio). Se busca reusar y reciclar las aeropartes.<sup>46</sup>
- Continuo crecimiento en el mercado de sistemas no tripulados (cada vez surgen más tipos de diseños y clasificaciones de drones).
- Innovación en motores de nueva generación.
- Incremento en el costo de los energéticos derivados del petróleo.
- La aeroespacial civil será el segmento de mayor crecimiento.<sup>47</sup>
- Incremento en la demanda de aviones civiles y piezas de transbordadores espaciales por parte de clientes no gubernamentales.

---

<sup>44</sup> Market Watch [redacción], *Military UAV Market Worth \$13.7 Billion by 2026*, publicado el 23 de junio de 2016. Dirección URL: <http://www.marketwatch.com/story/military-uav-market-worth-137-billion-by-2026---hale-uavs-and-ucavs-to-account-34-and-29-share-2016-06-23-122034558> (5 de noviembre 2017)

<sup>45</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, Óp. Cit., Pág. 16

<sup>46</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit., Pág. 16.

<sup>47</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, Óp. Cit., Pág. 6.

### **Tendencias socioproductivas:**

- Fortalecimiento de los programas de colaboración entre gobierno y sector privado para crear *clústeres* productivos, con la intención de generar empleos de alto valor agregado y acrecentar exportaciones.<sup>48</sup>
- Reestructuración y apertura de nuevos nichos de producción.<sup>49</sup>
- Expectativa de crecimiento de largo plazo del sector comercial. El crecimiento de los mercados emergentes, aunado a la liberalización de los mercados de transporte aéreo en África y Asia-Pacífico, pueden contribuir a hacer más lucrativo el sector en otras regiones.<sup>50</sup>
- Dentro de la cadena de valor, hay una creciente subcontratación global de la manufactura aeroespacial, cayendo en una disminución de proveedores TIER 1 a empresas OEM, y un enfoque cada vez más colaborativo en la cadena de suministro. Las OEM delegan cada vez mayor responsabilidad a sus proveedores TIER 1 para que estos puedan enfocarse en sus competencias básicas de diseño, integración y ensamblaje. Se estima que la subcontratación global permite ahorrar a los OEM entre 20 y 30% de sus costos de producción. México, al ser un país proveedor TIER 1, puede hacer crecer sus oportunidades con esta tendencia.<sup>51</sup>
- Escasez de pilotos y mano de obra en la industria aeroespacial comercial.<sup>52</sup>

### **Tendencias político-legales:**

- Impuestos por emisiones de CO2 y contaminación auditiva, que se empezaron a promover a nivel internacional desde el año 2012. Esto obliga a generar productos y aplicaciones innovadoras que se ajusten a las nuevas disposiciones.<sup>53</sup>

---

<sup>48</sup> IATA, *Technology Roadmap 4th Edition...*, Óp. Cit.

<sup>49</sup> Ayuntamiento de Barcelona, *Industria Aeroespacial. Informe sectorial 2013*, Barcelona, España, 2013.

<sup>50</sup> Secretaría de Economía, *Perspectivas del Sector Aeroespacial*, México, 2013, p. 5.

<sup>51</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit.

<sup>52</sup> Secretaría de Economía, *Perspectivas del Sector Aeroespacial...*, Óp. Cit., p. 5

<sup>53</sup> Ayuntamiento de Barcelona, *Industria Aeroespacial. Informe sectorial...*, Óp. Cit.

- Apuesta pública por incentivar la consolidación y el mantenimiento de la demanda, con el fin de compensar los efectos negativos de las crisis económicas, sobre todo las provocadas por los energéticos.<sup>54</sup>
- Establecimiento de acuerdos para la producción militar en países como México.<sup>55</sup>
- Énfasis en acciones para aumentar seguridad y sostenibilidad integral del transporte aéreo de personas y mercancías, en las diferentes fases; desde las infraestructuras y la producción, hasta la operación y el mantenimiento.<sup>56</sup>

Estos datos muestran la cantidad de recursos económicos y humanos que envuelve la industria aeroespacial. Es posible reconocer que tiene beneficios a nivel global, debido a que lleva muchos años consolidándose y ha tenido un nuevo auge en la última década. Países como Estados Unidos, Canadá, Alemania o España cuentan con muchos años de experiencia en este rubro, que se considera estratégico por la cantidad de recursos y de sectores productivos con los que está relacionado. En México es importante proponer que se le contemple constitucionalmente como un sector estratégico. El caso de México se revisará en el siguiente capítulo, porque, a pesar de ser un país relativamente joven en esta área, ya tiene una visión prospectiva firme.

El comercio internacional, el turismo, las cadenas de producción o la movilidad de personas se han visto particularmente favorecidos con medios de transporte aéreo cada vez más amplios, cómodos, rápidos y eficientes. Además, los satélites desempeñan un papel crucial en las redes de comunicación global, permitiendo que circule la información en tiempo real por todo el globo, conectando a cada actor de la sociedad internacional.

Ahora bien, desde el enfoque disciplinar, la industria aeroespacial desempeña un papel relevante en las relaciones internacionales actuales, ya que se encarga de diseñar, fabricar, comercializar y dar mantenimiento a aeronaves

---

<sup>54</sup> *Idem.*

<sup>55</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit., p. 12.

<sup>56</sup> Secretaría de Economía, *Perspectivas del Sector Aeroespacial...*, Óp. Cit., p. 5

tanto de defensa como de uso civil, naves espaciales, cohetes y satélites, como elementos que conforman las redes de transporte y comunicaciones internacionales actuales, así como las implicaciones productivas sobre las cadenas de valor del sector aeroespacial que trascienden fronteras.

Por consiguiente, es imperioso aportar un enfoque desde la formación disciplinaria de las Relaciones Internacionales sobre dicho sector en nuestro país. Al abordar el objeto de estudio a partir de las interacciones existentes entre los actores internacionales y los factores implicados en el avance de la industria aeroespacial, se establece una referencia sobre su origen, consolidación, desarrollo y perspectivas a nivel global.

A través de un método deductivo, se considera conveniente analizar las experiencias de los actores internacionales con alta participación en el sector y que puedan servir como marco de referencia para la evaluación del *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*, el cual se designará *únicamente Pro-Aéreo 2012-2020* para fines de practicidad de la presente investigación, donde se contemplen las tendencias globales y las mejores prácticas internacionales. Es decir, con respecto a estándares internacionales, comparar, para establecer si efectivamente se han cumplido los objetivos del *Pro-Aéreo 2012-2020*.

En consecuencia, se ahondará en el siguiente apartado sobre la participación de los actores internacionales en la industria aeroespacial global y se analizarán algunos factores que lo han permitido, para saber cómo puede México crear oportunidades en el sector y beneficiar al desarrollo de su industria nacional.

### **1.2.2 Actores internacionales en la industria aeroespacial**

Como se pudo reconocer a lo largo del esbozo histórico, los modelos de desarrollo aeroespacial fueron impulsados en primera instancia por los Estados, como parte de sus programas de seguridad nacional y desarrollo económico y tecnológico. Los gobiernos, entonces, han tenido que ir haciendo asociaciones con los grandes consorcios de los que pende la mayoría de la industria.

De igual manera, la industria no tiene muchos participantes privados. Aunque se ha ampliado el número de participantes, sobre todo en la cadena de suministros y servicios de mantenimiento que provienen de países en desarrollo (como México), los actores más relevantes tienen dos características principales: primera, son consorcios que se lograron después de la fusión de empresas y; segunda, representan a los programas con los que sus respectivos gobiernos fueron trabajando para alcanzar objetivos específicos que convenían a los intereses de sus Estados. Por ejemplo, las grandes empresas aeronáuticas se consolidaron ante la demanda militar impulsada por los gobiernos durante los periodos de los tres grandes conflictos político-militares del siglo XX (las dos guerras mundiales y la Guerra Fría).

A continuación, se describen a los actores más importantes de la industria aeroespacial a nivel mundial, para vislumbrar su participación actual en el sector, su país de origen y sus principales productos:

## **Boeing**

Boeing nació en Seattle en 1916 y trasladó luego su sede a Chicago. En 1996 y 1997, agrupó en una sola entidad el legado combinado de cuatro de las empresas más importantes e influyentes de la historia aeronáutica mundial. Además de la propia Boeing, se trata de *Rockwell International* (anteriormente *North American Aviation*), *McDonnell* y *Douglas*, creadas respectivamente en 1928, 1939 y 1920. En el año 2000, una quinta empresa se unió al grupo, *Hughes Space and Communications*, el primer productor mundial de satélites de comunicaciones, que pasó a ser *Boeing Satellite Systems*.<sup>57</sup>

Boeing es la compañía aeroespacial más reconocida del mundo, líder fabricante de reactores comerciales y sistemas de defensa, espaciales y de seguridad. Como la mayor exportadora de productos manufacturados de Estados

---

<sup>57</sup> Boeing, *La Historia de Boeing*, en página oficial de Boeing, Estados Unidos, 2018. Dirección URL: <https://www.boeing.es/acerca-de-boeing/la-historia-de-boeing.page> (5 de enero 2018)

Unidos, apoya a las aerolíneas, al gobierno estadounidense y a clientes de gobiernos aliados de más de 150 países.<sup>58</sup>

Los productos y servicios de Boeing comprenden aviones comerciales y militares, satélites, armamento, sistemas electrónicos y de defensa, sistemas de lanzamiento, sistemas avanzados de información y comunicación, y logística y formación basadas en el rendimiento. Boeing tiene una larga tradición en cuanto a liderazgo aeroespacial e innovación. Del 2008 al 2018, produjo 3,949 aviones para el segmento de pasillo único (modelo B737), y 1,953 para el de pasillo doble.<sup>59</sup>

## **Airbus**

Airbus es una empresa pionera en la industria aeroespacial, es la compañía aeronáutica y espacial más grande de Europa y la líder mundial en diseño, fabricación y entrega de productos, servicios y soluciones aeroespaciales a clientes a escala global. Se ha basado en su sólida herencia europea para convertirse en un actor internacional relevante, con aproximadamente 180 ubicaciones y 12,000 proveedores directos en todo el mundo. Tiene líneas de ensamblaje final de aviones y helicópteros en Asia, Europa y América, y ha logrado un aumento de más de seis veces en su cartera de pedidos desde el año 2000.<sup>60</sup>

Antes llamado *European Aeronautic Defense and Space Company* (EADS), el consorcio aeroespacial cambió su nombre a Airbus y juntó en una sola división todos sus negocios del área militar y de defensa, para hacer crecer su división en el ramo civil, con el objetivo de “optimizar el acceso al mercado, reducir los costos y, globalmente, mejorar la competitividad.”<sup>61</sup> La división civil tiene cerca de 45,000 empleados y una facturación aproximada de 1,400 millones de euros. En el área

---

<sup>58</sup> Boeing, *Líder Aeroespacial Global*, en página oficial de Boeing, Estados Unidos, 2018. Dirección URL: <https://www.boeing.es/acerca-de-boeing/lider-aeroespacial-global.page> (5 de enero 2018)

<sup>59</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit.

<sup>60</sup> Airbus, *What we do*, página oficial de Airbus, 2018. Dirección URL: <https://www.airbus.com/company/we-are-airbus.html#What> (5 de enero 2018)

<sup>61</sup> El País [redacción], *EADS pasa a llamarse Airbus y agrupa en una división la defensa y el espacio*, sección “Economía”, publicado el 31 de julio de 2013, España. Dirección URL: [https://elpais.com/economia/2013/07/31/agencias/1375253435\\_395810.html](https://elpais.com/economia/2013/07/31/agencias/1375253435_395810.html) (7 de enero 2018)

civil, del 2008 al 2018, entregó 4,356 aviones para el segmento de pasillo único (A320) y 1,354 para el de pasillo doble (A330-340-350-380).<sup>62</sup>

## **Bombardier**

Con sede en Montreal, Canadá, Bombardier tiene centros de producción e ingeniería en 28 países en los segmentos de transporte, aviones de negocios, aviones comerciales y aeroestructuras, así como servicios de ingeniería. En 2018, registró ingresos de 16.2 mil millones de dólares. Con más de 26,900 empleados y una posición de liderazgo en los mercados globales, Bombardier Aerospace diseña, fabrica y respalda productos de aviación innovadores para los mercados comerciales y de aviones especializados.<sup>63</sup>

## **Sukhoi**

Una de las empresas fabricantes de aviación militar más importantes del mundo, fundada en 1939. Más de 2,000 cazas de Sukhoi fueron vendidos o negociados a los países de la antigua área de influencia de la extinta Unión Soviética y alcanzaron fama reconocida en varios conflictos, aunque muy pocas tienen los aviones de última generación.

Sukhoi Civil Aircraft Company (SCAC) fue fundada en 2000 con el fin de crear y desarrollar nuevos modelos de aviones comerciales. Hoy, el proyecto principal de la compañía es el diseño y desarrollo del *Sukhoi Superjet 100*. Las principales direcciones de la actividad de la compañía son el desarrollo, la producción, las ventas y el soporte de mantenimiento de los aviones *Sukhoi Superjet 100*.<sup>64</sup> Compiten contra los *E-jets* de Embraer y los programas C-R-J de Bombardier.

---

<sup>62</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit

<sup>63</sup> Bombardier, *About US*, página oficial de Bombardier, 2018. Dirección URL: <https://www.bombardier.com/en/about-us.html> (7 de enero 2018)

<sup>64</sup> Sukhoi, *The Company*, página oficial de Sukhoi, 2018. Dirección URL: <http://www.scac.ru/en/the-company/> (9 de enero 2018)

## **Antonov**

La compañía ucraniana fue fundada el 31 de mayo de 1946. Estaba dirigida por el eminente diseñador de aviones Oleg Antonov. Desde entonces hasta la fecha el equipo de Antonov ha diseñado más de cien tipos de aviones de pasajeros, transporte de carga y aviones para propósitos especiales los cuales alcanzan más de 22, 000 ejemplares. El modelo de avión Antonov ha establecido más de 500 récords mundiales<sup>65</sup>, entre ellos el avión más grande del mundo. La compañía cuenta con representantes de más de 200 profesiones y especialidades, personal de diseñadores y científicos que trabajan en 35 direcciones científicas, tales como la aerodinámica y el fortalecimiento de aviones, mecánica, hidráulica, ingeniería térmica, aviónica, ciencia de materiales, entre otras.

## **Embraer**

Fundada en 1969, Embraer surgió de un impulso nacional para desarrollar la ingeniería aeronáutica y la fabricación de aviones en Brasil. Es uno de los principales fabricantes mundiales de aviones comerciales y ejecutivos, con un volumen considerable y creciente de operaciones en defensa y seguridad. Para el 2017, había proporcionado más de 1,000 aviones a clientes ejecutivos de 70 países y más de 50 fuerzas armadas de todo el mundo que utilizan aeronaves y sistemas de defensa.<sup>66</sup> Tiene una demanda de 6,875 aeronaves para el periodo 2010-2029, con un valor de 200 mil millones de dólares.<sup>67</sup>

---

<sup>65</sup> Antonov, *About company*, Página oficial de Antonov, 2018, Dirección URL: <https://www.antonov.com/en/activity> (15 de enero 2018)

<sup>66</sup> Catherine Jewell, *Embraer: Gigante aeronáutico y empresa pionera del Brasil*, en Revista de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, número 6/2017, publicada en diciembre de 2017. Dirección URL: [https://www.wipo.int/wipo\\_magazine/es/2017/06/article\\_0003.html](https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/06/article_0003.html) (16 de enero 2018)

<sup>67</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit.

## **Mitsubishi Aircraft Corporation (MJET)**

Es una compañía japonesa que comenzó a operar en abril de 2008. Su producto principal es el *Mitsubishi Regional Jet* (MRJ), un avión regional de próxima generación basado en tecnología cultivada por Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., a través de su desarrollo y producción de aviones tanto militares como comerciales.

En el sector de aeronaves civiles, se dedica al desarrollo y fabricación de componentes de fuselajes principales, como piezas estructurales para el Boeing 767, 777 y 787, así como el cohete de Japón, el H-II, que cumple un papel crucial en la industria espacial japonesa. Se proyecta que la demanda del mercado de aviones regionales durante los próximos 20 años será de más de 5,000 unidades de los RJ de 50 asientos.<sup>68</sup>

## **AVIC y COMAC**

Aviation Industry Corporation of China (AVIC), fue fundada en 2008, con sede en Beijing. Su enfoque es el desarrollo de tecnología militar propia. Busca competir eventualmente contra Boeing y Airbus en la industria civil área. Su valor supera los 290 billones de dólares.<sup>69</sup> Sus negocios cubren defensa, aviones de transporte, helicópteros, pruebas de vuelo, comercio y logística, gestión de activos, servicios financieros, ingeniería y construcción, automóviles y más. Es proveedor TIER I de ARJ-21 y C919 y producen piezas y componentes para fabricantes de aviones en todo el mundo. Se exportan los helicópteros regionales de la serie MA60, Y12s y la serie AC. Tienen más de 100 subsidiarias, cerca de 27 compañías que cotizan en bolsa y más de 450,000 empleados. Produjo 150 jets regionales del 2008 al 2018.<sup>70</sup>

Commercial Aircraft Corporation of *China* (COMAC), es una compañía de aeronaves comerciales, fundada en 2008, con sede en Shanghái. Desarrolla,

---

<sup>68</sup> The Wordfolio [redacción], *Mitsubishi Aircraft Corporation*, 2014. Dirección URL: <http://www.theworldfolio.com/company/mitsubishi-aircraft-corporation-mitac/1405/> (16 de enero 2018)

<sup>69</sup> Secretaría de Economía, *Perspectivas del Sector Aeroespacial...*, Óp. Cit., p. 10.

<sup>70</sup> AVIC, *Overview*, página oficial de AVIC, 2018. Dirección URL: <http://enm.avic.com/aboutus/overview/index.shtml> (17 de enero 2018)

diseña, fabrica y distribuye aviones. Produce aeronaves grandes de aviación civil, aeronaves de pasajeros y otros equipos, también opera financiamiento, contratos de ingeniería, entre otros negocios.<sup>71</sup> Es propiedad del gobierno chino que busca reducir la dependencia del país respecto a Airbus y Boeing, su valor se calcula en 2,7 billones de dólares.<sup>72</sup>

Estos son los actores más importantes en la industria aeroespacial a nivel internacional. Es muy notoria la relación que existe entre las grandes corporaciones del sector y los programas gubernamentales que las han creado, consolidado y desarrollado. Es decir, el liderazgo que los países más influyentes de la industria aeroespacial ostentan, como Estados Unidos, Canadá o Rusia, está conducido por las empresas representativas del sector de dichos países.

Con base en la revisión realizada sobre los principales actores de la industria aeroespacial y los países con mayor desarrollo en el sector a nivel global, se refieren las siguientes prácticas, como un ejemplo de acciones que pueden ser consideradas por México para consolidar y desarrollar su industria aeroespacial y tener mayor participación a nivel mundial:

- ❖ Tienen una política industrial para el desarrollo del sector. Los países más destacados tienen programas estratégicos institucionales de alcance nacional, focalizados al sector, que dan directriz y confianza a los inversionistas, fabricantes y clientes.
- ❖ Se disponen apoyos presupuestarios federales específicos para el sector y programas de vinculación con otros sectores.
- ❖ Cuentan con centros de desarrollo tecnológico integrados, específicos para el sector (innovación, experimentación, diseño, pruebas, etcétera), donde vinculan a la academia, inversionistas, centros de innovación y manufactura.
- ❖ Se despliegan ambiciosos programas de formación de capital humano, con programas académicos, capacitación técnica, residencias profesionales, intercambios internacionales, etcétera.

---

<sup>71</sup> Bloomberg, *Commercial Aircraft Corp Of China Ltd*, sección "Profiles", 2018. Dirección URL: <https://www.bloomberg.com/profiles/companies/CACOFZ:CH-commercial-aircraft-corp-of-china-ltd> (17 de enero 2018)

<sup>72</sup> Secretaría de Economía, *Perspectivas del Sector Aeroespacial...*, Óp. Cit., p. 10.

- ❖ Promueven y financian grandes proyectos estratégicos para su participación en programas internacionales.
- ❖ Aprovechan su mercado interno como elemento detonador del desarrollo de la industria (*Offsets* y compras nacionales estratégicas).
- ❖ Apoyan el desarrollo por regiones y por *clústeres*.
- ❖ Promueven la especialización por servicios y productos en la cadena global aeroespacial.
- ❖ Cuentan con sistemas u organismo de gestión y evaluación para la implementación de las acciones del programa estratégico.<sup>73</sup>

Es notable, entonces, que el génesis y desarrollo de la industria aeroespacial ha estado íntimamente ligado a los intereses políticos, comerciales y estratégicos de los propios Estados en que se ha desarrollado. Por ello, resultaba imprescindible repasar su historia y evolución, así como establecer, un análisis que permita conocer las razones del posicionamiento actual en la industria de los actores internacionales mencionados.

Después de un progreso débil durante la primera década del siglo XX, la aeronáutica logró salir de los pequeños talleres y despegar por causa de la decisión estratégica de generar vehículos voladores para la Primera Guerra Mundial. Al terminar, los propios gobiernos comenzaron a estimular la producción en el plano civil, para el transporte de mercancías y personas, aun a costos exorbitantes.

Fue la Segunda Guerra Mundial la que dio el impulso que logró la consolidación de la industria aeronáutica y sentó las bases para el desarrollo espacial. La disposición de una flota aérea demostró la importancia estratégica en el plano militar y la idea de establecer canales eficientes de telecomunicaciones.

Pero, lo que realmente le dio el empuje definitivo al sector aeroespacial fue la Guerra Fría, porque las dos superpotencias basaron su poder, entre otros factores, en el desarrollo tecnológico militar (principalmente en el desarrollo de ojivas nucleares y lanzamisiles), en la exploración espacial y colocación de satélites de comunicación, entre otros variados productos y servicios aeroespaciales. A la

---

<sup>73</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit., p. 19.

par de este desarrollo, con el financiamiento a los programas de desarrollo tecnológico y el crecimiento de sus empresas, estos mismos países impulsaron también la aeronáutica civil (a pesar de los proveedores privados, el sector espacial seguía siendo prácticamente exclusivo del Estado).

A finales de los años cincuenta, Europa comienza a dejar atrás las secuelas de la guerra y la economía europea se recupera al tiempo que la industria estadounidense vive momentos de plena expansión. Como consecuencia, las compañías de este país se convierten en multinacionales con presencia en varios países.

El desarrollo económico, unido a los avances tecnológicos, hacen que no sólo sea más eficiente el transporte aéreo, reduciendo sus costos, sino que cada vez crezca más el número de consumidores de los servicios aéreos. Esto genera espirales positivas que estimulan cada vez más la inversión en la industria aeronáutica civil, generando más ganancias, más consumidores, lo que, a su vez, incentiva la demanda de sus productos y servicios, derivando en más inversiones y producción.

Es en este contexto, que las empresas Boeing y McDonnell Douglas, atendiendo a la demanda de construcción de aviones de transporte de pasajeros de tamaño medio alto, aprovechan para unirse y lograr la primera gran corporación de la industria, relegando a las compañías europeas al segundo plano de competitividad. Consecuentemente, en el entorno de la Guerra Fría, la Unión Soviética ofrece una respuesta al desarrollo aeronáutico de Estados Unidos, construyendo sus propios modelos de aviones para uso civil (*Tupolev*).<sup>74</sup>

Este es un parteaguas donde se enfrentan tres modelos de desarrollo en la industria: el estadounidense que tenía una estrategia e impulso estatal, pero desarrollado por el capital privado de grandes consorcios, con la meta de generar cada vez más ganancias; el europeo, que no logró consolidar en esos años ninguna gran compañía, sino que eran varias empresas de distintos países que no tenían un

---

<sup>74</sup> ETSIA-UPM, *Informe: La Industria Aeroespacial*, Informe del Departamento de Investigación, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos-Universidad Politécnica de Madrid, España, 2013. Dirección URL: <http://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/informe/III.html#III> (4 de febrero 2018)

desarrollo conjunto, rezagándose como competencia; y la URSS, cuyo impulso era estatal y no estaba basado en criterios de mercado y rentabilidad.<sup>75</sup>

De estos modelos, los siguientes factores derivaron en el liderazgo mundial de Estados Unidos:

- La mayor atomización de la industria europea y su dependencia de los intereses divergentes de cada país, así como las diferencias en la capacidad de inversión de los gobiernos europeos.
- La falta de dominio geopolítico de los gobiernos europeos, mientras que Estados Unidos utilizó su influencia para asegurar los contratos de sus empresas con las compañías de otros países. La URSS sólo tenía influencia en su círculo geopolítico inmediato y con algunos bastiones fuera de ahí, con países atrasados económicamente.
- El desarrollo de aviones de gran tamaño y requerimientos de mayor comodidad, seguridad y eficiencia exigía necesidades de inversión cada vez más elevadas, que la URSS y las compañías europeas no tuvieron la capacidad de invertir.<sup>76</sup>
- Por otro lado, la industria soviética, que era la contraparte a los Estados Unidos, al no estar basada en criterios de rentabilidad económica ni buscar la expansión de mercados, tuvo en su propio núcleo la causa de no lograr la evolución necesaria para sostener la competitividad ante los gigantes estadounidenses.

Ahora bien, en el ámbito espacial, fue muy claro el contexto histórico en que conquistar el espacio se convirtió en la misión de los gobiernos: la Guerra Fría. A partir de los años cincuenta, el proceso de desarrollo de la industria espacial durante casi tres décadas se circunscribió a las dos superpotencias (hasta la creación en 1975 de la Agencia Espacial Europea y su consolidación), Estados Unidos y la Unión Soviética. Al ser los únicos países con capacidad económica suficiente para hacer frente a los costosos programas espaciales.

---

<sup>75</sup> *Ibidem.*

<sup>76</sup> *Ibidem.*

Las conquistas se fueron dando a la par, entre poner el primer satélite, enviar la primera nave a la luna o lograr que un humano pusiera un pie en ella, la llamada “carrera espacial” continua hasta la actualidad, pero ya no sólo por cuestiones políticas. El poder se sigue demostrando por las conquistas espaciales, aunque ahora con objetivos primordialmente científicos y económicos. Mientras que la defensa sigue siendo el principal incentivo para que India o China no dejen de invertir en sus programas espaciales.

En Europa, se dieron reestructuraciones transnacionales en el seno de la Unión Europea, para crear filiales comunes en lo que respecta a los misiles (Matra-BAe) y a los satélites (Matra-Marconi), así como el salto político que se realizó hasta el año 2000, con la creación del grupo EADS (*European Aeronautic Defence and Space Company*), actualmente Airbus, que une a las principales sociedades aeroespaciales de Francia, Alemania y España. Se trató de una etapa significativa en el acompañamiento industrial dentro de la política de seguridad europea. Las empresas aeroespaciales, consideradas estratégicas, eran propiedad del Estado, pero esta situación se ha visto modificada progresivamente con la apertura del capital al accionariado privado, con el objetivo principal de facilitar las operaciones de los consorcios.<sup>77</sup>

En el caso de los chinos, su programa espacial es dirigido por la Administración Espacial Nacional China (CNSA), que culminó su primer vuelo espacial tripulado, con un vuelo exitoso en 2003, a bordo del *Shenzhou*. Los planes en el mediano plazo incluyen comenzar a colocar una estación espacial china permanente a partir del 2020 y enviar expediciones tripuladas a la Luna, así como la construcción de satélites espaciales que funcionen con energía solar que podrían enviar energía a la Tierra.<sup>78</sup>

En la actualidad, la industria aeroespacial ha evolucionado a una dinámica global, donde los programas de desarrollo ya escapan de las fronteras nacionales. Aún con el claro dominio de unos pocos consorcios pertenecientes a contados

---

<sup>77</sup> *Ibidem*.

<sup>78</sup> China Daily [redacción], *Exploiting earth-moon space*, publicado el 8 de marzo de 2016, China. Dirección URL: [http://global.chinadaily.com.cn/china/2016-03/08/content\\_23775956.htm](http://global.chinadaily.com.cn/china/2016-03/08/content_23775956.htm) (23 de febrero 2018)

países, se han abierto oportunidades de incursión y desarrollo dentro de la industria aeroespacial para muchos países de mediano desarrollo.

La industria de América del Norte, encabezada por Estados Unidos, seguida por Canadá y con la inclusión de México –con oportunidades de participación relativamente recientes pero crecientes- se encuentra en primer lugar de la industria aeroespacial, con cerca de la mitad de la producción mundial. Sostenida por una voluntad de liderazgo, constituye la referencia en el sector, tanto en lo concerniente a la innovación como en el alcance de su gama de productos.

La industria europea se encuentra en segunda posición con una producción cercana a la mitad de los norteamericanos. Constituye su principal competidor, especialmente en los sectores de la aviación comercial y del espacio. Por su parte, Rusia (heredero del desarrollo en el sector de la Unión Soviética) se mantiene en una tercera posición, aunque han anunciado recientemente nuevos objetivos de su programa espacial, como viajes no tripulados a la Luna a partir del año 2021 y la misión de enviar cosmonautas a pisarla en 2029.<sup>79</sup>

Siguiendo a estas potencias, hay industrias no tan dominantes, pero ya consolidadas, como Brasil y Japón. Ambos son de los mayores proveedores mundiales de aviones regionales y siguen innovando en los subsectores de componentes, servicios y mantenimiento.

China e India, las dos naciones más pobladas del planeta, apuntan a objetivos geoestratégicos distintos, pero que quieren disponer de los medios de las grandes potencias. India no tiene un desarrollo de aviación comercial, no obstante, ya están en una fase avanzada dentro del sector espacial; mientras que China podría igualar en el sector espacial algunos logros de los rusos y estadounidenses en prácticamente dos décadas, el impulso estatal a sus compañías aeronáuticas las podrá hacer crecer en estos mismos años, al grado de ser competencia directa de los gigantes norteamericanos.<sup>80</sup>

---

<sup>79</sup> Xavier Colás, *Rusia enviará una misión tripulada a la Luna en 2029*, en El mundo.es, sección “Ciencia”, publicada el 27 de septiembre de 2015, España. Dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia/2015/10/27/562f55c3e2704e543f8b4647.html> (28 de febrero 2018)

<sup>80</sup> ETSIA-UPM, *Informe: La Industria Aeroespacial...*, Óp. Cit.

Aún sin tener una industria de gigantes proporciones, Israel ha pasado a ser líder en la fabricación de misiles tácticos y balísticos, seguido en la tendencia por Paquistán, Corea del Norte e Iraq; por su lado, Ucrania, Polonia y Rumania, han conservado algunas especialidades en servicios y manufactura de componentes, heredados de la Unión Soviética. Existen, otros países que persiguen objetivos al mismo tiempo económicos y militares, pero con proporciones mucho menores, que ni siquiera han podido salir de sus regiones de influencia, como Indonesia, Taiwán, Corea del Sur, Australia y Turquía.<sup>81</sup>

Después de analizar el desarrollo histórico, los conceptos y extensiones de la industria, así como su importancia en la economía global y sus implicaciones estratégicas en la política, la defensa y hasta en un contexto de confrontación ideológica, fue posible conocer la génesis y evolución de la industria aeroespacial hasta la actualidad y se pueden detallar algunas consideraciones.

En la actualidad, el mercado dirige los intereses principales de las empresas dedicadas al sector aeroespacial. A diferencia de sus inicios, el interés estratégico ya no se basa en intereses políticos sino económicos, se busca mayor rentabilidad y conquista de mercados, antes que obligarse a generar aeronaves o viajes espaciales por razones de guerra o confrontación ideológica.

Aunque la defensa ya no es el primer motivo, siguen siendo los centros de investigación militares los que empujan la innovación, es donde se generan la mayor parte de nuevas aplicaciones para control autónomo, alcance de más altas velocidades, eficiencia energética, entre otras tendencias tecnológicas.

Los Estados han sido determinantes en el desarrollo industrial. A pesar de que existen varios modelos de desarrollo actualmente, donde interviene en mayor o menor proporción el Estado, es claro que, si no existen políticas nacionales, estímulos o negociaciones de los gobiernos, los espacios comerciales y las políticas industriales, la competitividad, entre otros factores, se ven afectados negativamente. Por eso es fundamental que una estrategia incluya una gran participación de los organismos públicos implicados en la industria.

---

<sup>81</sup> *Ibidem.*

La producción aeroespacial, aun en las más grandes corporaciones de la industria, se ha dispersado, creando nuevas cadenas de producción transnacional. En otras palabras, se ha atentado a las capacidades competitivas, incluso los grandes productores, subcontratan empresas o ponen plantas o filiales fuera de sus fronteras; esto ha beneficiado a países como México.

La segmentación ha permitido que algunas industrias nacionales vayan ganando terrenos en los principales mercados y logren aumentar la inversión tanto nacional como extranjera, acrecentado la producción y el intercambio comercial en el sector aeroespacial.

Teniendo en cuenta el carácter particular de esta industria, es posible considerar que la competencia obedece a intereses económicos, políticos, militares y tecnológicos. Asimismo, en términos de concentración de poder, se debe reconocer que los imperativos económicos han conducido a grandes concentraciones del mercado en pocos actores relevantes, lo que limita considerablemente la participación de otros que iniciaron sus procesos industriales en el sector aeroespacial algunas décadas después.

Ahora bien, en una industria con un claro dominio por parte de muy pocos y grandes protagonistas ¿hay lugar para empresas o países con un nivel inicial o mediano en el sector aeroespacial? Al respecto, es posible identificar algunas oportunidades que pueden ser nichos donde países con un desarrollo medio, como México, pueden insertarse y hacer crecer su propia participación en la industria aeroespacial global.

Precisamente, son algunas de las tendencias recién mencionadas, las que demuestran que existen oportunidades de participación para la industria mexicana, como la descentralización de la producción en América del Norte o la subcontratación en los subsectores de sistemas, partes y componentes, MRO y Diseño. Pero, para participar de manera más agresiva en esos nichos de mercado, es elemental definir estrategias y acciones concretas que permitan facilitar la participación de todas las empresas del país en esta industria.

Actualmente se estima que la participación de México en este mercado es del 4 %, para convertirse en un actor relevante es necesario incrementar esta

participación.<sup>82</sup> Ante este escenario, en el siguiente capítulo se revisará el caso mexicano, para establecer algunos puntos de referencia, antes de entrar de lleno a la evaluación del *Pro-Aéreo 2012-2020*, así se conocerán algunas de las oportunidades que pueden ser aprovechadas por el sector aeroespacial mexicano y sus beneficios adyacentes.

## **2. La industria aeroespacial mexicana y el *Pro-Aéreo 2012-2020***

En el segundo capítulo se revisará el estatus general de la industria aeroespacial en México a través del tiempo. Se conocerá desde que se presentaron los primeros vuelos y esfuerzos por generar tecnología propia para surcar los cielos, hasta el punto actual, en el que la industria aeroespacial mexicana representa un sector estratégico en franco crecimiento.

Para empezar con dicho examen, se debe conocer desde el principio a la industria aeroespacial en este país, es decir, los orígenes, antecedentes y la evolución histórica de los sectores relacionados, con el fin de obtener un panorama general sobre el sector a nivel nacional, para conocer así sus altibajos a través de las décadas.

Posteriormente, se revisará el estatus actual de la industria aeroespacial mexicana, cuáles son los niveles de producción, inversión, comercialización y su posición en el sector con respecto a otras economías en el mundo. Asimismo, se analizarán las ventajas y desventajas de México para poder consolidarse y seguir escalando posiciones entre los actores más relevantes del sector a nivel global.

Ante la necesidad de explotar las ventajas y mitigar las desventajas de México, se generó el *Pro-Aéreo 2012-2020*, para impulsar el desarrollo de la industria aeroespacial mexicana. Por lo que, en la última parte del capítulo, se podrá conocer lo que establece dicho programa, como las metas, líneas estratégicas, acciones, mecanismos de ejecución y los actores principales a nivel nacional.

---

<sup>82</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit., p. 37

## 2.1 Antecedentes y evolución de la industria aeroespacial en México

En este apartado, se presenta un breve recuento histórico sobre los aspectos más significativos que han sucedido en México, relacionados con la industria aeronáutica y espacial, desde los acontecimientos aislados, como la construcción de infraestructura, políticas y programas respectivos.

Los primeros antecedentes vienen desde la instalación misma de observatorios astronómicos en la época prehispánica. Culturas antiguas como la maya o teotihuacana, estaban estrechamente relacionadas con los estudios de los cuerpos celestes y la observación de los ciclos astronómicos, así como la medición de fenómenos meteorológicos. No obstante, a pesar de los avances que tenían estos pueblos con respecto a otros contemporáneos, no pueden compararse con la industria actual, sobre todo en lo concerniente a nivel de infraestructura y avance tecnológico, pero vale la pena esbozar el interés profundo que ha existido por el aire y el espacio desde tiempos milenarios.<sup>83</sup>

Para entrar en materia con los antecedentes modernos, es indispensable remontarse a los estudios de aerostación desde las últimas décadas del virreinato de la Nueva España, cuyo registro más antiguo data de 1784, cuando José María Alfaro hizo los primeros experimentos para hacer volar un globo aerostático, inflado con aire caliente, de cubierta impermeable, que logró elevarse. Las aerostaciones llegaron al territorio como parte de espectáculos extranjeros, destinados a las élites españolas y criollas. Un año después, Antonio María Fernández repitió la experiencia.<sup>84</sup>

En 1842, el entonces presidente del México independiente, Antonio López de Santa Anna, con el apoyo técnico del ingeniero Benito León Acosta, realizó los primeros ascensos en un globo aerostático. Pero, el más célebre aeronauta e inventor mexicano fue Joaquín de la Cantolla y Rico, al ser el primero en construir un aparato que se remontara por los aires en 1863; a partir de entonces, realizó

---

<sup>83</sup> Rodrigo Nava Amezcuca, *Historia de la industria aeroespacial en México...*, Óp. Cit.

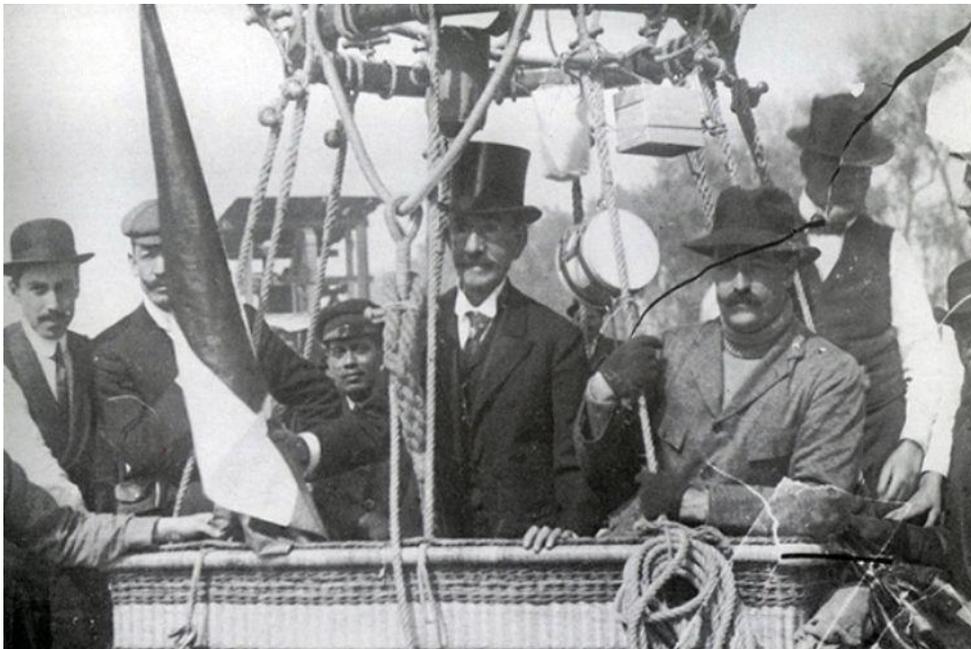
<sup>84</sup> Cecilia Kühne, *Arriba y sostenido por sí mismo*, en *El Economista*, sección "Escrituras ciudadanas", publicado el 11 de junio de 2017, México, Dirección URL: <https://www.economista.com.mx/arteseideas/Arriba-y-sostenido-por-si-mismo-20170611-0080.html> (9 de junio 2018)

viajes por su cuenta hasta 1909. Tuvo tres globos: el Moctezuma I, Moctezuma II y Vulcano.<sup>85</sup>

A finales del siglo XIX y primeras dos décadas del siglo XX, la aerostación y, en general, todo conocimiento que se tenía sobre naves voladoras, en México fue considerado como un simple espectáculo de lujo, mientras que en Francia, Italia, Alemania y Estados Unidos –como se revisó en el primer capítulo- lograron grandes avances en la aviación para fines militares.

### Imagen 1

**Alberto Braniff y Joaquín de la Cantolla y Rico en un globo aerostático.**



Fuente: Mediateca INAH.

URL: <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia%3A448440>

Fue hasta finales del gobierno de Porfirio Díaz que se reconoció la utilidad de los estudios aeronáuticos. El 17 de diciembre de 1909 se designó al teniente del Cuerpo de Ingenieros Constructores, Federico Cervantes Muñozcano, para realizar estudios sobre aerostación militar en Francia y para la organización de una compañía de señales en el ejército; así iniciaron los estudios en materia aeronáutica

---

<sup>85</sup> Es en honor a Joaquín de la Cantolla, que hoy se les llama “Globos de Cantolla” a los hechos de papel y elevados con aire caliente. Rodrigo Nava Amezcua, *Historia de la industria aeroespacial en México...*, Óp. Cit.

en México. Alberto Braniff, en 1910, realizó el primer vuelo motorizado en México y América Latina, seguido por entusiastas de la aviación como Miguel Lebrija. A su vez, el éxito de los espectáculos aéreos en el mundo propició que, en febrero de 1911, la empresa *Moisant International Aviators* realizara una gira en México, a fin de promocionar la comercialización de sus aviones. Se hicieron demostraciones enfocadas a exponer la eficacia de los medios aéreos en campañas militares.<sup>86</sup>

Bajo el gobierno interino de Francisco León de la Barra, se intentó formar un cuerpo de aeronáutica militar con una escuadrilla de aviones y la primera Escuela Militar de Aviación, pero no tuvo éxito por falta de tiempo y presupuesto. No obstante, durante el gobierno de Francisco I. Madero, el 30 de noviembre de 1911, el presidente fue invitado a participar en un vuelo de exhibición, convirtiéndose en el primer mandatario en funciones en volar un aeroplano. Madero quedó impresionado y decidió autorizar la compra de cinco aviones, por lo cual mandó a estudiar a cinco mexicanos a la escuela *Moisant Aviation School* en Nueva York, que luego serían conocidos como los “primeros cinco”.<sup>87</sup>

Se presentaron nuevos proyectos ante la Secretaría de Guerra y Marina para formar el cuerpo de aviadores militares, algunos incluían la construcción de aeronaves en México; por asuntos presupuestales, dichos proyectos no prosperaron. Sin embargo, algunos entusiastas continuaron con sus proyectos, como los hermanos Juan Pablo y Eduardo Aldasoro, quienes en 1912 construyeron el primer motor de explosión interna para un avión en México.<sup>88</sup>

Después del asesinato de Madero, Victoriano Huerta reunió a Miguel Lebrija, Horacio Ruiz Gabiño, Juan Guillermo Villasana y Antonio Sánchez Saldaña, a fin de realizar unas pruebas aéreas, conformando la primera Escuadrilla Aérea de la Milicia Auxiliar del Ejército Federal. Asimismo, mandó a estudiar aviación en Francia a treinta alumnos de la Escuela Militar de Aspirantes. Este hecho es de gran

---

<sup>86</sup> Congreso de la Unión y SEDENA, *Fuerza Aérea Mexicana. La aviación militar. Un siglo de historia (1915-2015)*, en Hernández G. R., “Origen de la aviación militar en México”, México, 2015.

<sup>87</sup> Raúl Nava Amezcua, *Los altos vuelos de la aviación militar*, en “Fuerza Aérea Mexicana: más de cien años de historia. Relatos e Historias en México”, año VIII, México, 2016, pp. 1-17.

<sup>88</sup> SEDENA y SEMAR, *El desarrollo de la aviación durante las operaciones militares de la Revolución Mexicana*, en Perea J.R., “Las fuerzas armadas en la Revolución Mexicana”, México, 2013.

importancia para la aeronáutica nacional, debido a que algunos de estos primeros pilotos militares mexicanos fueron los pioneros de la aviación civil en México.<sup>89</sup>

El 15 de noviembre de 1915 se crea la Escuela Nacional de Aviación (ENA) y los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas (TNCA), impulsados por el piloto militar Alberto Salinas, quien, en tan sólo cinco años, a pesar de los pocos recursos con los que disponía, logró crear una industria aeronáutica de calidad. La aviación militar mexicana se volvió totalmente autosuficiente; se construyeron aeronaves y refacciones para la conservación y mantenimiento de la flota aérea, la cual contaba ya con 58 naves, la mayor parte de construcción mexicana, como las aeronaves serie A y serie H, con motores Aztalt y hélices Anáhuac.<sup>90</sup>

Entre 1910 y 1920 se registraron otros acontecimientos para la aeronáutica nacional: el primer correo aéreo en México, en 1917; las primeras maniobras acrobáticas, en 1918; vuelos de larga distancia sin escalas México-Washington, a Cuba y Centroamérica, en 1928; vuelos de buena voluntad en Centro y Sudamérica, en 1929 y 1930; entre otros. Lo anterior incide en la creación de compañías civiles, como la "Mesa de Navegación Aérea", durante el gobierno de Pascual Ortiz Rubio, que dio origen a la extinta Dirección General de Aeronáutica Civil (ahora Agencia Federal de Aviación Civil); así como la creación de compañías como Mexicana de Aviación (en 1921) y Aeroméxico (en 1934). De 1923 a 1939, ya se habían construido en México más de cien aeronaves, como los Sesquiplanos Azcárate, los bimotores Lascurain, lo biplanos Ares, los monoplanos Teziutlán o los Baja California (el BC-1, BC-2 y el BC-3), fabricados en Tijuana por Flavio Rivera.<sup>91</sup>

A pesar de lo logrado en esas décadas, no se pudo consolidar una industria aeronáutica ni hacerla crecer, por la situación económica del México post revolucionario. Con la declaración de guerra a las potencias del Eje, en 1942, las compras de aviones y refacciones al extranjero se convirtieron en una constante y

---

<sup>89</sup> Raúl Nava Amezcua, *Los altos vuelos de la aviación militar...*, Óp. Cit.

<sup>90</sup> Rodrigo Nava Amezcua, *Historia de la industria aeroespacial en México...*, Óp. Cit.

<sup>91</sup> Raúl Nava Amezcua, *Los altos vuelos de la aviación militar...*, Óp. Cit.

los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas (TNCA) se limitaron a labores de mantenimiento.<sup>92</sup>

Hasta ese punto cronológico, se puede considerar una primera etapa, la del origen de la industria aeronáutica en México, que resulta ser del tipo civil, con los entusiastas de la aerostación y la aviación, pero cuyos primeros esfuerzos institucionales para crear una industria aeronáutica se dieron en el ámbito militar. Etapa de origen que sufre un parteaguas, precisamente con la entrada de México a la Segunda Guerra Mundial y que se ve influida por el contexto internacional de la posguerra mundial y el mundo bipolarizado.

Como ya se revisó en el primer capítulo, existe un punto de inflexión después de la Segunda Guerra Mundial, cuando los países ganadores forman sus propios polos de poder y comienzan a competir entre ellos por la supremacía política, económica, industrial, militar y tecnológica, donde la llamada 'carrera espacial' se convierte en un enclave estratégico de la confrontación.

La Guerra Fría se caracterizó por un desarrollo acelerado de la industria aeronáutica, tanto militar como civil. Con los motores a reacción y las turbinas se sustituyeron a los grandes motores radiales recíprocos y, posteriormente, las amenazas de una guerra nuclear obligaron a los países a retomar los estudios en lanzamiento de cohetes balísticos, lo que dio origen a la carrera espacial, en la que las dos superpotencias mundiales, Unión Soviética y Estados Unidos, se disputaron la conquista del espacio por décadas. Dando origen a grandes logros y descubrimientos sobre la atmósfera terrestre y más allá.

En el Año Geofísico Internacional, que se celebró en 1957-1958, fue cuando la comunidad internacional formuló el programa de actividades espaciales más ambicioso en la historia. Con el primer satélite artificial, *Sputnik 1*, lanzado en 1957 por los rusos, se dio la coyuntura para que se lanzaran más de mil objetos al espacio ultraterrestre con fines de estudio, además, se logró la gran culminación de dicha carrera con el histórico arribo de los estadounidenses a la Luna, en 1969.

---

<sup>92</sup> Congreso de la Unión y SEDENA, *Fuerza Aérea Mexicana. La aviación militar. Un siglo de historia (1915-2015)*, en Hernández G. R., "Origen de la aviación militar en México", México, 2015.

En dicho contexto, el 10 de agosto de 1962, durante el gobierno de Adolfo López Mateos, se crea la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CNEE), cuyo principal objetivo fue controlar y fomentar la investigación, exploración y utilización con fines pacíficos del espacio exterior. Dicho organismo buscaba generar beneficios que derivaran de la tecnología espacial, como las telecomunicaciones, meteorología, geología, entre otros. Por ejemplo, uno de sus principales proyectos fue el desarrollo de cohetes sonda para fines meteorológicos, como el MITL I, que podía levantar una carga útil de ocho kilogramos y volar a más de 55 kilómetros, el HULTE I, cohete que tenía dos etapas y el MITL II, con más capacidad de peso que su predecesor. Ese mismo año, el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) creó el Departamento del Espacio Exterior, hoy Departamento de Ciencias Espaciales.<sup>93</sup>

Como parte de la preparación para los Juegos Olímpicos de 1968, ante la necesidad de contar con un sistema satelital para la transmisión de dicha justa, el gobierno se afilió al sistema satelital *Intelsat*, por lo que se construyó, en el estado de Hidalgo, la primera estación terrena del país, rentando un satélite ATS-3, propiedad de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés, National Aeronautics and Space Administration). Dos años después se inició el uso del satélite para fines domésticos. A pesar de ello, cuando parecía que se consolidaba la investigación y el desarrollo de productos dedicados al espacio, la CNEE desaparece en 1977 (durante el gobierno de José López Portillo). Debido a la crisis económica del país, la investigación en materia espacial entró en aislamiento por muchos años, con proyectos autónomos, pero sin coordinación ni participación del Gobierno Federal.<sup>94</sup>

Fue hasta 1982, casi tres décadas después del arranque de la carrera espacial, que México adquirió su primer paquete de satélites propios, conocido como Sistema Morelos. Los satélites Morelos I y Morelos II fueron puestos en órbita

---

<sup>93</sup> Enrique Pacheco et al., *Satellite and Space Communications Research in Mexico: Contributions to a National Program*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, California, 2013. Dirección URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/937b/698dca060732e9f39e2d5f40171825756bdb.pdf> (16 de julio 2017)

<sup>94</sup> CINVESTAV, *White paper: Satélites*, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México, 2015.

en 1985. Para su manejo se creó Telecomunicaciones de México (Telecomm). Durante la puesta en órbita del Morelos II, Rodolfo Neri Vela<sup>95</sup>, a bordo del transbordador *Atlantis*, se convierte en el primer astronauta mexicano. Telecomm obtiene un segundo paquete de satélites en 1993, el Sistema Solidaridad. Ese mismo año se lleva a cabo la puesta en órbita del Solidaridad I y en 1994 el Solidaridad II, al tiempo que se daba de baja al Morelos I.<sup>96</sup>

## Imagen 2

### Características de los satélites “Morelos I” y “Morelos II”

Nombre	Satélite Morelos I (Satmex 1 a partir de la privatización de 1997)	Satélite Morelos II (Satmex 2 a partir de la privatización de 1997)
Compañía constructora	Hughes Space and Communications Company	Hughes Space and Communications Company
Modelo	Hughes HS-376	Hughes HS-376
Tamaño	6.58 m de largo por 2.2 m de diámetro	6.62 m de largo por
Masa	512 Kg	645 Kg
Orbita	Geoestacionaria	Geoestacionaria
Posición orbital	113.5° Oeste	116.8° Oeste
Vehículo de lanzamiento	Transbordador espacial Discovery	Transbordador espacial Atlantis
Fecha de lanzamiento	17 de junio de 1985	27 de noviembre de 1985
Lugar de lanzamiento	Cabo Cañaveral, Florida. Estados Unidos	Cabo Cañaveral, Florida. Estados Unidos
Fin de la vida útil	1993	2004

Fuente: Blanca Rebollar, Historia de los satélites mexicanos.

URL: <https://haciaespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=262>

A pesar del impulso del gobierno y la fuerte inversión que se hizo para la adquisición de estos sistemas, la tecnología seguía dependiendo del extranjero. En 1991, la UNAM creaba el Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (PUIDE), donde se diseñó y construyó el primer satélite totalmente hecho

<sup>95</sup> Rodolfo Neri Vela nació en Guerrero, el 19 de febrero de 1952. Se tituló de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Hizo su Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones en la Universidad de Essex, Inglaterra y, posteriormente, recibió su Doctorado de la Universidad de Birmingham. En 1985 fue seleccionado para convertirse en el primer astronauta mexicano y primer representante de un país latinoamericano en una misión de la NASA. Orbitó la Tierra 109 veces, en el transbordador espacial *Atlantis* y durante la misión se colocaron tres satélites de comunicaciones en órbita. Realizó diversos experimentos y un extenso trabajo de fotografía de la superficie terrestre. El Dr. Neri Vela colaboró en 1989 y 1990, con la Agencia Espacial Europea, en Holanda, en el proyecto de la Estación Espacial Internacional. Sitio Oficial de Rodolfo Neri Vela. Dirección URL: <http://rodolfonerivela.com/> (27 de julio de 2017).

<sup>96</sup> CINVESTAV, *White paper: Satélites*, Centro de Investigación y Estudios Avanzados..., Óp. Cit.

en México, el UNAMSAT-1, que fue destruido en su lanzamiento en 1995. Empero un año después se puso en órbita el UNAMSAT-B, que funcionó durante un año.<sup>97</sup>

Existió otro proyecto satelital mexicano como el SATEX-1, que comenzó en 1994, desarrollado por un consorcio de instituciones mexicanas con el patrocinio y la coordinación del extinto Instituto Mexicano de Telecomunicaciones; en los que participaron el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), el Instituto de Ingeniería de la UNAM, la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del IPN y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Éste fue el primer gran proyecto interinstitucional por la cantidad de científicos e instituciones involucradas, sin embargo, la falta de apoyos económicos y la desaparición del Instituto Mexicano de Telecomunicaciones, originaron que el proyecto se detuviera cuando llevaba más de 80% de avance.<sup>98</sup> En 1997, el crecimiento de la industria espacial mexicana vuelve a retraerse, cuando el gobierno mexicano pone a la venta Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. (Satmex), el cual queda bajo el control de la compañía *Principia Loral Space & Communications*.

El 31 de julio del año 2010, se creó la Agencia Espacial Mexicana (AEM), misma que representó un punto de partida para desarrollar y consolidar una industria aeroespacial. Es un organismo público descentralizado del Gobierno Federal y sectorizada en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Tiene la misión de utilizar la ciencia y la tecnología espacial para atender las necesidades de la población mexicana y generar empleos de alto valor agregado, impulsando la innovación y el desarrollo del sector espacial; contribuyendo a la competitividad y al posicionamiento de México en la comunidad internacional, en el uso pacífico, eficaz y responsable del espacio.<sup>99</sup>

---

<sup>97</sup> SCT, *Comisión Nacional del Espacio Exterior 1965-1970*, Gobierno mexicano-Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, 2011. Dirección URL: [https://liniguez.files.wordpress.com/2011/11/lei\\_comisionn\\_aespacioext65\\_70.pdf](https://liniguez.files.wordpress.com/2011/11/lei_comisionn_aespacioext65_70.pdf) (26 de abril 2018).

<sup>98</sup> *Idem*.

<sup>99</sup> Agencia Espacial Mexicana, *¿Qué hacemos?*, Gobierno de México, sin fecha de publicación, México. Dirección URL: <https://www.gob.mx/aem/que-hacemos> (4 de agosto de 2018)

El *Programa Nacional de Actividades Espaciales* de la AEM consta de cinco Coordinaciones Generales, que forman la estructura que dan la pauta a una serie de estrategias y líneas de acción para dar cumplimiento a lo que estipula la Ley:<sup>100</sup>

- Formación de Capital Humano en el Campo Espacial.
- Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico Espacial.
- Desarrollo Industrial, Comercial y Competitividad en el Sector Espacial.
- Asuntos Internacionales, Normatividad y Seguridad en la Materia Espacial.
- Financiamiento y Gestión de la Información en Materia Espacial.<sup>101</sup>

Con la AEM, se abrieron áreas de oportunidad en los sectores relacionados, como la electrónica, aviónica, telecomunicaciones, entre otras, con metas como la fabricación de satélites con mano de obra y tecnología mexicana, convirtiéndose en un vinculador e impulsor del sector.

En el 2010, el gobierno mexicano también creó un nuevo Sistema Satelital Mexicano (MEXSAT) para seguridad nacional que consta de tres satélites:

- Mexsat 3 (Bicentenario). Fue el primero de los satélites de la red MEXSAT en ponerse en órbita, el 19 de diciembre de 2012. Éste satélite sirve de controlador de los otros dos satélites de la red, así como para ofrecer un servicio fijo de la plataforma STAR-2; fue fabricado por la compañía *Orbital Sciences Corporation*. Ocupa la longitud 114.9 W,8 y fue puesto en órbita a bordo de un cohete Ariane 5 desde la base de Kourou, en Guayana Francesa.
- Mexsat 1 (Centenario). Diseñado como el principal satélite para el servicio móvil de la red MEXSAT, era un Boeing 702 HP. El 16 de mayo de 2015, apenas 490 segundos después de su lanzamiento, un fallo en la tercera etapa del cohete portador Proton-M, provocó su reingreso a la Tierra y el del satélite Mexsat 1,

---

<sup>100</sup> La Cámara de Diputados aprobó la iniciativa el 20 de abril de 2010. La Ley que crea la Agencia Espacial Mexicana fue promulgada el 13 de julio de 2010 por el presidente de la República, Felipe Calderón Hinojosa; y se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 30 de julio de 2010. URL: <https://www.gob.mx/aem/acciones-y-programas/antecedentes-de-la-aem> (3 de agosto 2018)

<sup>101</sup> Agencia Espacial Mexicana, *¿Qué hacemos? ...*, Óp. Cit.

desde una altura de aproximadamente 170 kilómetros, desintegrándose, cayendo los restos en Siberia.<sup>102</sup>

- Mexsat 2 (Morelos III). Es el satélite secundario para el servicio móvil de la red MEXSAT. El satélite está basado en el bus Boeing 702 HP GeoMobile y fue lanzado el 2 de octubre de 2015, a bordo de un cohete Atlas V 421 AV-059 por *United Launch Alliance* y ocupa la posición 116.8W en órbita geostacionaria 7. Este satélite tiene una vida útil estimada de 15 años.<sup>103</sup>

El Sistema cuenta con dos Centros de Telemetría y Control para la operación de los satélites, ubicados en Ciudad de México y Sonora; es administrado por Telecomunicaciones de México (Telecomm-Telégrafos) y está en manos del Gobierno Federal, aunque la tecnología se adquirió en el extranjero.

### Imagen 3

Lanzamiento del satélite "Morelos III".



Fuente: *Excelsior.com.mx*, *El Morelos 3 acerca al sistema Mexsat a su consolidación: Ruiz*, publicado el 2 de octubre de 2015. Dirección URL: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/10/02/1048966>

---

<sup>102</sup> La pérdida del Centenario es subsanada con la posterior puesta en órbita de su satélite gemelo, el Morelos III. Asimismo, dado que el Centenario estaba asegurado ante cualquier eventualidad, el gobierno mexicano recuperaría la inversión para construir y poner eventualmente en órbita un reemplazo.

<sup>103</sup> México Aeroespacial, *Sistema Satelital Mexicano (MEXSAT)*, Página de inicio, publicado el 6 de noviembre de 2016. Dirección URL: <http://mexicoaeroespacial.com.mx/2016/11/06/sistema-satelital-mexicano-mexsat/> (3 de agosto 2018)

Para el 2011, la industria aeroespacial ya representaba una de las industrias de mayor dinamismo a nivel mundial, su mercado se estimaba en 450 mil millones de dólares y ya existía una conciencia en México de que el sector resultaba ser estratégico para el desarrollo del país, así como de la fuerte vinculación con otros sectores productivos, de tal forma que constituía una plataforma de desarrollo al generar un efecto multiplicador hacia los sectores vinculados. Por eso se formuló el *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*, conocido como “*Pro-Aéreo 2012-2020*”, basado en un estudio realizado por una consultoría en 2009, a petición de la Secretaría de Economía.<sup>104</sup>

En el *Pro-Aéreo 2012-2020* se identificó que el sector en México cuenta con ventajas relevantes respecto a otras economías, entre las que destacan su posición geográfica, los costos de operación y la disponibilidad de mano de obra calificada. En este contexto y derivado de la favorable evolución de la industria aeroespacial en el país, se consideró pertinente realizar una actualización de dicho programa en el 2018. De igual manera, se vislumbró el entorno internacional creciente, donde el transporte aéreo se posicionó como un medio de transporte más popular y con una perspectiva de duplicarse en los siguientes 20 años. Por lo que se creó el *Pro-Aéreo 2.0*, con un plan de acción ampliado hasta el año 2036.<sup>105</sup>

En la última década, México se ha colocado entre las naciones líderes en manufactura aeroespacial, con un conjunto de industrias que conforman los grandes clústeres en varios estados de la República. Como consecuencia, se ha generado la necesidad de crear oferta académica para formar personal altamente capacitado y sectorizado, para así competir en el ramo. Las instituciones de formación más importantes en el país de la industria aeroespacial son el Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Ticomán, del IPN; el Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería Aeronáutica (CIIIA), de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL); la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ), entre otras.

---

<sup>104</sup> *Pro Aéreo 2012-2020...*, Óp. Cit., p. 4.

<sup>105</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, Óp. Cit.

Todas ellas generan una gran cantidad de profesionales para la industria aeroespacial nacional.<sup>106</sup>

Luego de realizar este breve, pero nutrido repaso histórico, se pudieron conocer los aspectos más significativos relacionados con la industria aeronáutica y espacial, desde los logros tecnológicos, de alguna manera aislados, así como los contextos históricos en los que se intentó promover a dichos sectores; los entornos políticos en que se tomaron decisiones para la construcción y promoción de leyes, infraestructura, políticas públicas y programas respectivos. De esta manera, se puede llegar al contexto actual de la industria aeroespacial en México.

Es momento, entonces, de continuar con el análisis de la situación actual de la industria aeroespacial mexicana, cuál es la relación que guarda con las propias condiciones y capacidades de México como economía, así como el contexto general tanto a nivel interno como externo.

## **2.2 Estatus actual de la industria aeroespacial en México**

La industria aeroespacial a nivel global atraviesa por uno de sus mejores momentos (como se analizó en el primer capítulo), lo que constituye diversos nichos de oportunidad para México, a fin de aumentar el contenido nacional de sus exportaciones y generar con ello empleos de calidad, inversión, capacitación y mayores ingresos, entre otros beneficios. La industria aeroespacial mexicana ha mostrado un importante dinamismo durante los últimos años; tanto las exportaciones, como otras variables relevantes, a saber, empleo, inversión y producto interno bruto, muestran tasas de crecimiento por arriba del promedio, comparadas con el resto de la industria manufacturera.

Si bien hay empresas de la industria aeroespacial con antecedentes de operación en México por más de 20 años, es a partir de 2005 que comienzan a despuntar, principalmente por la llegada de compañías fabricantes y de innovación *Original Equipment Manufacturer* (OEM) también denominadas empresas tractoras; así como compañías proveedoras de primer nivel, empresas líderes a

---

<sup>106</sup> Rodrigo Nava Amezcua, *Historia de la industria aeroespacial en México...*, Óp. Cit.

nivel mundial que encontraron en México las condiciones para invertir y mantener los altos estándares de seguridad y calidad, a partir de las siguientes ventajas que lo hacen atractivo para la inversión en manufactura aeroespacial:

- Posición geográfica. América del Norte es la principal región para esta materia, al tener a Estados Unidos como el principal mercado a nivel mundial de la industria aeroespacial y a las empresas canadienses entre las de mayor innovación.
- Tratados comerciales. México es uno de los países con más acuerdos comerciales celebrados, lo que genera mayor acceso a mercados.
- Experiencia en otros sectores industriales de alta tecnología como el sector automotriz, eléctrico y electrónico. México exporta 65% más manufacturas que toda América Latina junta y participa en varios sectores sofisticados como el automotriz y el electrónico.<sup>107</sup>
- Mano de obra calificada.
- Recursos energéticos y naturales abundantes, así como espacios adecuados para la instalación de infraestructura.

Posteriormente, en noviembre de 2007 se creó de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial A.C. (FEMIA), una asociación sin fines de lucro que agrupa a la mayor parte de las empresas del sector aeroespacial en la República Mexicana. Se estableció con el fin de promover el desarrollo de la Industria Aeroespacial mexicana a nivel nacional e internacional.<sup>108</sup>

Entre los principales objetivos de la FEMIA se encuentran:

- Lograr la interrelación y cooperación de los miembros, productiva y tecnológicamente a fin de incrementar su competitividad.
- Representar, promover y defender los intereses de sus miembros.

---

<sup>107</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad en México*, Revista de Comercio Exterior, sin fecha de publicación, México. Dirección URL: <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=54&t=la-industria-aeroespacial-y-el-despegue-de-la-productividad-en-mexico> (12 de enero de 2017)

<sup>108</sup> FEMIA, *Inicio*, Página oficial de la FEMIA, 2017. Dirección URL: <http://femia.com.mx/index.php> (20 enero 2017)

- Realizar y establecer el *Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial*.
- Trabajar conjuntamente con las autoridades en la actualización, adecuación y realización de la normatividad del sector aeroespacial.
- Desarrollar estrategias basadas en economías de escala frente a proveedores para el beneficio de los miembros.
- Promover la certificación de los miembros en los procedimientos, normas y certificaciones nacionales e internacionales reconocidas en el sector, las cuales sean requeridas para el incremento de la competitividad empresarial.
- Promover a sus miembros en eventos locales e internacionales.
- Ser el líder de opinión y el referente del sector aeroespacial en el país.
- Colaborar con las organizaciones empresariales y/o asociaciones estatales relacionadas con el sector para el desarrollo de las empresas y de la industria en el país.
- Apoyar en la promoción de nueva IED en el país, así como a aquellos inversionistas aeroespaciales ya establecidos.<sup>109</sup>

Con base en lo anterior, es posible constatar que la FEMIA ha sido un ente clave en el desarrollo de la industria aeroespacial nacional, ya que gracias a este organismo han surgido un sinnúmero de sinergias entre gobierno, academia y empresas; así como el impulso de la industria a nivel internacional lo cual se examinará a lo largo de esta investigación.

Después del 2010, el sector aeroespacial cobró importancia a nivel gubernamental y se le comenzó a tratar como estratégico, no sólo por el dinamismo mostrado y la generación de empleos, sino por ser un sector estrechamente ligado al desarrollo e innovación tecnológica, lo que representa una oportunidad para escalar hacia actividades de mayor valor agregado y contenido tecnológico.

Las operaciones de la industria aeroespacial que se han establecido en el país son principalmente de manufactura, pero el desarrollo de la industria también contempla actividades de ingeniería y desarrollo. El reto para México es brindar las condiciones para atraer proyectos de vanguardia o de mayor contenido tecnológico,

---

<sup>109</sup> FEMIA, *Objetivos*, Página Oficial de la FEMIA, 2017. Dirección URL: <http://femia.com.mx/index.php?module=femia&section=0> (20 de enero 2017)

así como ampliar la base de proveedores locales que permita fortalecer las actividades y la integración a la cadena global de valor de la industria aeroespacial. Por lo tanto, se presenta la evolución de la industria aeroespacial en los últimos años con sus variables correspondientes.

En 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. Se estima que generan 50 mil empleos aproximadamente. En los últimos 10 años, el número de plantas y centros de ingeniería, así como de entidades de apoyo que se han establecido en el país se ha triplicado, pasando de 109 en 2006 a 330 identificadas en 2016. Se han establecido compañías de clase mundial, lo que ha permitido la formación de importantes conglomerados industriales en diversas regiones, principalmente en el norte y centro del país.<sup>110</sup>

Se han identificado cinco principales clústeres del sector aeroespacial en el país: Baja California, Chihuahua, Nuevo León, Querétaro y Sonora. Cada uno de éstos tiene su perfil característico, desarrollado a partir de las capacidades que originalmente estaban presentes en dichas regiones y su experiencia en otros sectores como el metalmecánico, automotriz, eléctrico o electrónico, pero actualmente han conformado diferentes capacidades y niveles de especialización en cada una de las regiones.

En términos del tipo de las operaciones aeroespaciales, la mayor parte se concentra en actividades de manufactura de partes y componentes que representa el 72.3%, seguido de ingeniería y diseño con el 13.2%, mantenimiento, reparación (MRO) con el 11.1% y 3.4% son entidades de apoyo, como centros de desarrollo y académico vinculados al sector. Se estima que alrededor de 1% de las empresas en México son OEM y 27% son proveedores de primer nivel.<sup>111</sup>

En la siguiente imagen se muestran los principales productos y procesos desarrollados por empresas establecidas en México:

---

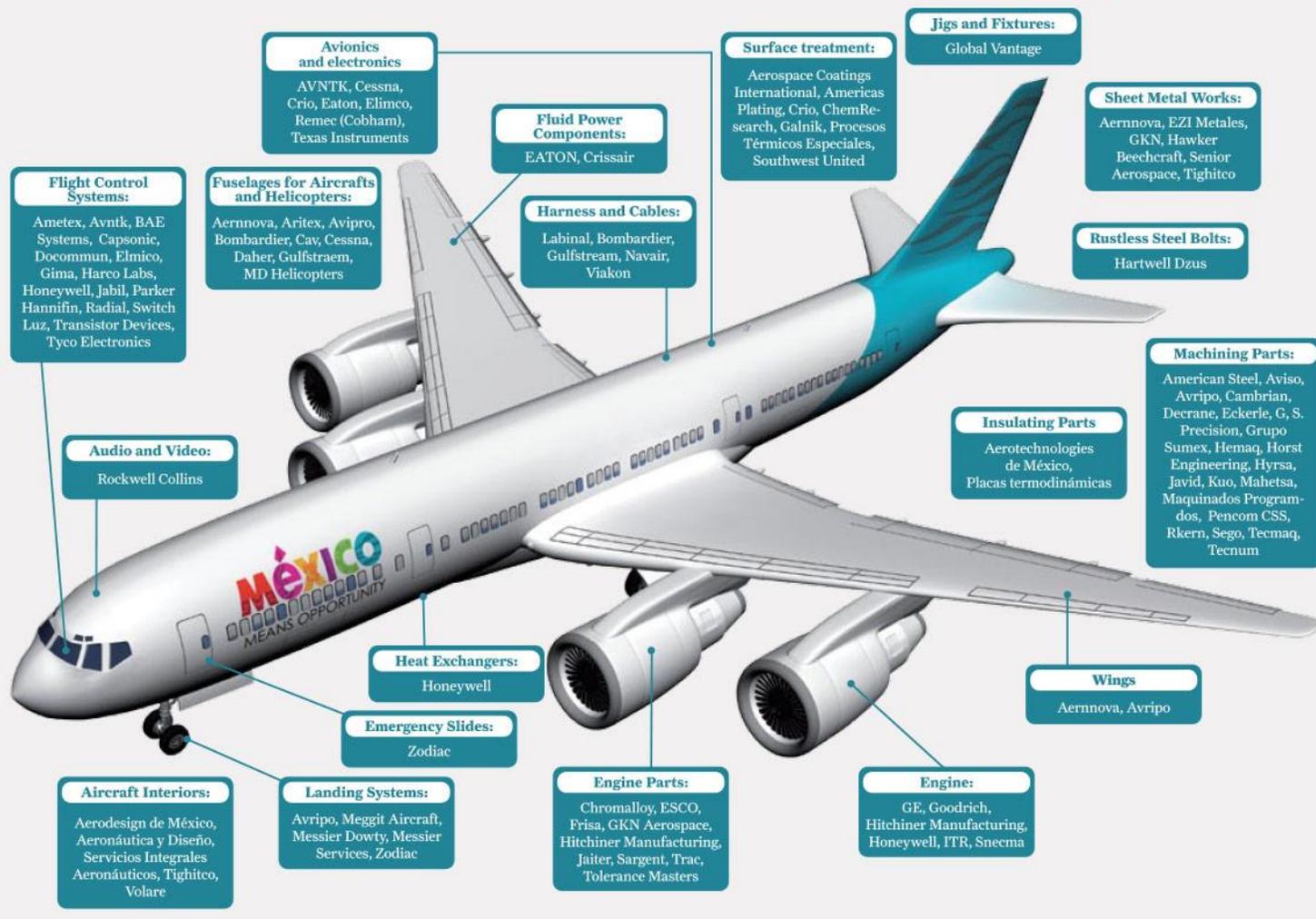
<sup>110</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, *Óp. Cit.*, p. 19.

<sup>111</sup> Consultores Internacionales S.C., *Identificación de Capacidades Tecnológicas Nacionales de la Cadena de Valor del Sector Aeroespacial*, Estudio elaborado para FEMIA, 2011, México.

## Imagen 4

### Principales empresas involucradas en procesos de fabricación de aeropartes en México

#### Mexico: Main Process in Aircraft Manufacturing



Fuente: Presentación institucional de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial A.C. (FEMIA), 2018.

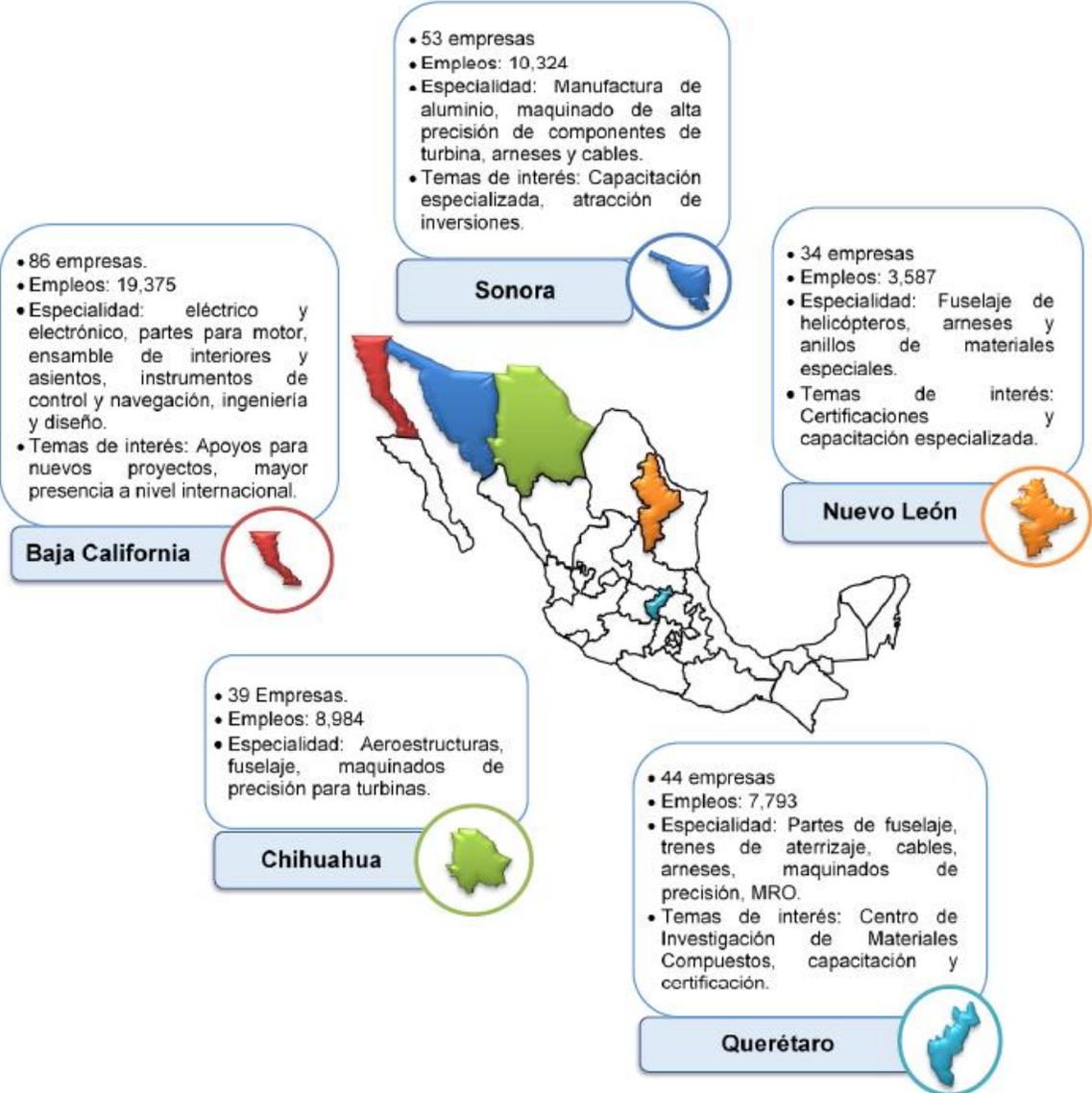
Las importantes filiales de empresas OEM que hay en México se dedican a la manufactura de partes y componentes que son integradas en los equipos finales, como lo son puertas, cabinas y fuselajes. De igual manera, se cuenta con empresas catalogadas como TIER 1, que realizan la manufactura de partes y componentes estructurales, maquinados, sistemas electrónicos y equipos de seguridad; esto

obliga a redoblar esfuerzos y buscar la manera de incrementar la atracción de inversión y la participación de proveedores locales en su cadena de suministro, aportando mano de obra calificada, seguridad y una mayor integración en proyectos clave del sector.

En la infografía 1 se muestran algunos datos focales sobre los polos de desarrollo más importantes al interior del país.

**Infografía 1**

**Información de la industria aeroespacial en México**



Fuente: Secretaría de Economía, DGIPAT, con información de clústeres 2016.

En el ramo de las inversiones, México ha recibido durante los últimos 10 años 2,860 millones de dólares por concepto de IED en el sector aeroespacial. El 85% ha sido para la fabricación de equipo aeroespacial y el 15% para las actividades de mantenimiento y reparación. Los flujos de inversión extranjera reflejan la creciente confianza mostrada por diversas compañías OEM y proveedoras de primer nivel para realizar proyectos de inversión en México. Los países que más han invertido en el país, en el rubro de fabricación de equipo aeroespacial, son Estados Unidos, con el 46.8%; Canadá, con el 36%; Francia, con el 12.1%; y España, con el 4.4%.<sup>112</sup>

Con el impulso de la inversión, se estimula la producción, cuyo destino es el retorno a los grandes consorcios fabricantes aeroespaciales, en el exterior del país, por lo que la mayor parte de la manufactura realizada se orienta a la exportación, los registros en este rubro han sido un buen indicador para determinar la evolución del sector.

Las exportaciones del sector en México han mantenido tasas de crecimiento positivas (a excepción de la crisis de 2009). Las ventas al exterior para el 2016 alcanzaron los 7,164 millones de dólares, consiguiendo un crecimiento del 7.1% respecto a 2015; mientras que, en 2010, se obtuvieron 6,686 millones de dólares y el doble de lo exportado.<sup>113</sup>

Muestra del crecimiento en exportación es que, de acuerdo con el reporte estadístico del Departamento de Comercio de los Estados Unidos para la industria aeronáutica, México se posicionó como el 7º proveedor aeroespacial de Estados Unidos en el 2016, aportando el 4.16% de sus importaciones generales, por arriba de naciones como Singapur, Italia y China. La participación histórica de México en ventas aeroespaciales hacia el mercado estadounidense lo ha ubicado desde 2006 entre los primeros 10 proveedores de ese país.<sup>114</sup>

En cuanto a importaciones, en 2016 se importaron 5,898 millones de dólares, en productos para la industria aeroespacial, 4.4% adicional a los 5,653 millones de

---

<sup>112</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, *Óp. Cit.*, p. 24.

<sup>113</sup> *Idem*

<sup>114</sup> Departamento de Comercio de Estados Unidos.

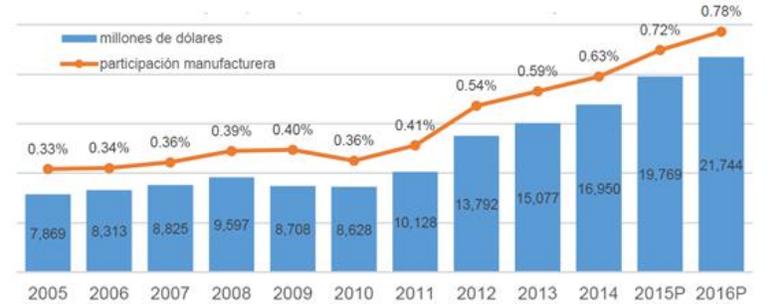
dólares importados en 2015. Los principales países proveedores a los que México compra insumos son Estados Unidos, Francia, Canadá, Reino Unido y Bélgica.<sup>115</sup>

En los últimos diez años, este sector ha crecido 17.2% en promedio anual y pasó del décimo al sexto lugar entre los países que más exportan a la industria de Estados Unidos. El crecimiento promedio anual de las exportaciones de esta industria fue de 20% en los últimos cinco años. Desde el 2007, el sector aeroespacial en México ha mantenido una balanza comercial positiva con un superávit promedio anual de casi 600 millones de dólares.<sup>116</sup>

La industria ha mantenido una dinámica creciente, con un saldo superavitario durante los últimos doce años. En 2016 se tuvo un saldo comercial favorable, con 1,266 millones de dólares superavitarios, crecimiento de 22.6% respecto al saldo del 2015.<sup>117</sup>

Respecto a su aportación al PIB manufacturero, el sector aeroespacial representó el 0.78% en el 2016, poco más del doble a lo registrando en 2007, lo que refleja el marcado ritmo de crecimiento de la actividad de la industria aeroespacial en México, alcanzando un valor de 21.7 millones de pesos, de acuerdo con las cifras publicadas por INEGI. En la siguiente gráfica se muestra el crecimiento que ha tenido año con año (desde 2005 hasta 2016) la industria en el PIB manufacturero mexicano.

**Gráfico 1**  
**PIB de la fabricación de equipo aeroespacial y su participación en el PIB manufacturero**



<sup>115</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, Óp. Cit., p. 25.

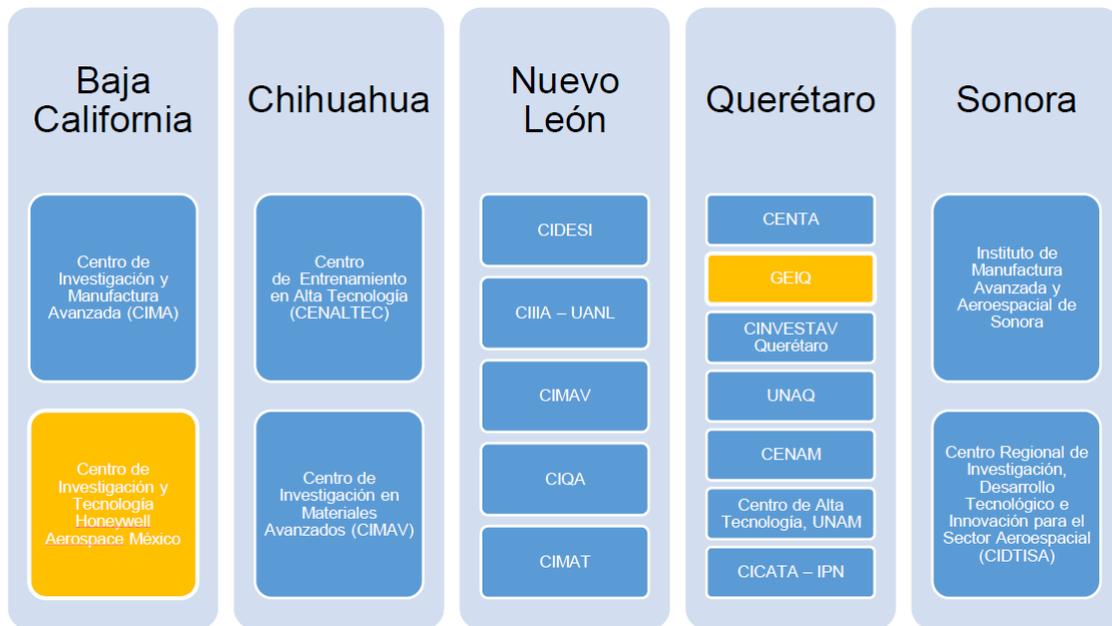
<sup>116</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad...*, Óp. Cit.

<sup>117</sup> Secretaría de Economía, *Pro Aéreo 2.0...*, Óp. Cit., p. 26.

Fuente: Secretaría de Economía, elaborado por la DGIPAT con datos del INEGI, cuentas nacionales.

Los proyectos de inversión y el crecimiento del sector no sólo han fortalecido las capacidades de manufactura en México, también las de desarrollo e innovación a través de importantes centros formativos y de capacitación en ingeniería y diseño aeroespacial. A continuación, se da una muestra de los centros de investigación relacionados al sector:

**Cuadro 1**  
**Centros de investigación aeroespacial en México**



Fuente: ProMéxico, el cuadro representa una muestra. Considera centros públicos y privados.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en 2012 se graduaron 111, 400 estudiantes de ingeniería. Según cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), en México hay 18% más graduados en ingeniería en manufactura y construcción per cápita que en Estados Unidos. México ha formado técnicos e ingenieros aeronáuticos desde 1937. En la actualidad, hay 21

instituciones que ofrecen 52 programas de educación aeroespacial en niveles desde la carrera técnica hasta la maestría.<sup>118</sup>

Además, el costo de producir bienes manufacturados en México es 20% inferior a hacerlo en Estados Unidos, lo que convierte a México en un país idóneo para el establecimiento de empresas internacionales. De acuerdo con el estudio de KPMG *Competitive Alternatives 2014*, México es uno de los países más competitivos en el mundo y el más competitivo de América del Norte, en términos de costo de manufactura aeroespacial. La infraestructura de calidad global también ha desempeñado un papel clave para esta industria debido a la disponibilidad de laboratorios, unidades de certificación, así como la presencia de autoridades civiles aeronáuticas mexicanas.<sup>119</sup>

En México se tienen identificados procesos de ensamble y manufactura de componentes electrónicos y eléctricos, partes para motor, interiores de avión y equipos de emergencia, recubrimientos, arneses; materiales, compuestos y aleaciones; ensamble, manufactura y reparación; partes y complementos de turbina; maquinados y metales; productos aislantes entre otros productos para aviones.

En cuanto al rubro laboral, en 2016 se reportaron cerca de 53,000 empleos, muchos de ellos altamente calificados. De acuerdo con el INEGI, de 2012 a 2013, el personal dedicado a la industria aeroespacial creció un 9.3%; mientras que de 2013 a 2015 creció un 18.79%, lo anterior representa un 0.6% del total de la industria manufacturera del país. El desarrollo de centros de formación de especialización en el país ha sido clave para este éxito.<sup>120</sup>

Adicionalmente, la apertura de rutas por parte de las aerolíneas mexicanas de bajo costo y la baja generalizada de las tarifas aéreas ante la mayor competencia se ha reflejado en un crecimiento importante en los pasajeros transportados por las líneas nacionales. La intensificación de la competencia entre las aerolíneas en

---

<sup>118</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad...*, Óp. Cit.

<sup>119</sup> *Idem*.

<sup>120</sup> Maricela López y Silvia Pérez, *Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México*, Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana, 2017, México. Dirección URL <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/2970/3035> (18 de diciembre 2017)

México ha llevado a compañías como Interjet, Volaris y Aeroméxico a incrementar y renovar buena parte de su flota, lo que representa una demanda constante por servicios de mantenimiento y reparación. En respuesta a ello, Bancomext ha financiado a todas las aerolíneas comerciales que operan en el país para que puedan operar bajo las mejores condiciones.<sup>121</sup>

Todos estos datos revelan que la situación actual de la industria aeroespacial mexicana ha mostrado un desarrollo positivo en los últimos años, empero, aún existen muchos puntos por mejorar, por lo que se deben explotar todas y cada una de las condiciones indispensables para incrementar el valor de la industria y los beneficios adyacentes para el mayor número de mexicanos posible.

El sector aeroespacial se ha revelado como un factor clave para incrementar el nivel de productividad del país. Al igual que muchas ramas industriales en México, la aeroespacial es de las más productivas. Además, este sector es una de las ramas manufactureras que demanda un alto nivel de contenido tecnológico y educativo, al tiempo que sus procesos exigen certificaciones globales. Por ello, el fortalecimiento del sector representa una oportunidad para impulsar la especialización productiva del país, así como crear una cadena de proveeduría de alto valor agregado que permitirá un desarrollo sostenible a través de la generación de empleos bien remunerados.

Pero lograr explotar el potencial de la industria aeroespacial va a requerir que se redoblen los esfuerzos institucionales, para eso se realizaron las dos versiones del *Pro-Aéreo*, donde también se identifican las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se pueden aprovechar y también superar, para seguir consolidando la industria mexicana y hacerla evolucionar.

Con base en la situación examinada, es fundamental conocer el programa de mayor envergadura, impulsado para ejecutar la visión de desarrollo de la industria aeroespacial a nivel nacional. En el siguiente apartado, se entra en materia en el programa que da sustento a la presente investigación, el *Pro-Aéreo 2012-2020*. Se expone lo que indica dicho programa, el análisis FODA que contempla, sus metas,

---

<sup>121</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad...*, Óp. Cit.

el cómo se plantearon las estrategias, las líneas de acción y los mecanismos de gestión para su correcta implementación.

### **2.3 Revisión del Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial (*Pro-Aéreo 2012-2020*)**

Como ya se revisó, México cuenta con ventajas relevantes para el desarrollo de la industria. Dichas condiciones se utilizaron como fundamento para que en marzo de 2012, la Secretaría de Economía y la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, presentaran el *Programa Estratégico Nacional de la Industria Aeroespacial 2012-2020* (Pro-Aéreo), con el objetivo principal de colocar a México dentro de los diez primeros lugares a nivel mundial en proveedores de la industria aeroespacial.

En el *Pro-Aéreo 2012-2020*, se integra un conjunto de estrategias y políticas, elaboradas de manera conjunta entre la Secretaría de Economía y las empresas mexicanas del sector aeroespacial y se recogen las mejores prácticas internacionales para fortalecer a este sector estratégico y así seguir aprovechando las oportunidades que le permitan seguir captando mayor número de inversión tanto nacional como extranjera.<sup>122</sup>

De la evaluación e identificación que se realizó sobre el sector industrial como estratégico, se consideraron dos pilares fundamentales:

- A. Las ventajas competitivas.
- B. El impacto potencial.

Dentro de las primeras se observaron las siguientes variables:

- Costos. De producción (mano de obra e insumos), de operación (tasas impositivas y tarifas arancelarias), de transporte (infraestructura). México destaca como uno de los países con menores costos de operación de plantas manufactureras de equipo y componentes aeroespaciales, hasta 30% menor al

---

<sup>122</sup> Visión Industrial [Redacción], *PRO-AÉREO 2012-2020. El programa que impulsa la Industria Aeroespacial en México*, Sección “Noticias”, Revista digital, publicado el 6 de septiembre de 2012, México. Dirección URL: <http://www.visionindustrial.com.mx/industria/para-no-perderse/pro-aereo-2012-2020-el-programa-que-impulsa-la-industria-aeroespacial-en-mexico> (8 de agosto 2017)

de algunos países europeos. En cuanto a costos de transporte también obtiene una evaluación elevada, vinculada a la posición privilegiada para abastecer a uno de sus principales mercados, Estados Unidos.

- Riesgo de inversión. En indicadores como la regulación y el acceso a créditos, políticas de Inversión Extranjera y riesgo país, México mostró resultados más favorables con relación a países como Colombia, Brasil e India.

Respecto al impacto potencial, se revelaron las siguientes variables:

- Potencial de consumo y crecimiento. El sector de fabricación de equipo de transporte alcanzó la calificación más alta en cuanto a potencial de crecimiento y se colocó como uno de los diez principales sectores con potencial de crecimiento de consumo interno.
- El sector de equipo de transporte se colocó entre los diez sectores con potencial de capturar las ventajas de desarrollo, tales como acceso a tecnologías y costos de transferencia.

Para encaminar los esfuerzos que enfocarán esas condiciones para lograr su mayor impacto, el *Pro-Aéreo 2012-2020* se diseñó con una serie de objetivos, oportunidades, estrategias y acciones a realizar, así como marcos de referencias para su implementación y mecanismos de coordinación y gestión.

### **2.3.1 Análisis FODA**

Para plantear de forma integral el *Pro-Aéreo 2012-2020* era necesario hacer, previamente, un análisis profundo sobre las condiciones internas como externas tanto positivas como aquellas en las que se debía poner mayor énfasis. Así pues, en el mismo Programa, se presenta el siguiente análisis FODA, con los 4 ejes básicos que rodean al proyecto que intentaba lanzar el Pro-Aéreo.

#### **Fortalezas**

Entre los principales factores internos que han propiciado el crecimiento de las actividades de manufactura, ingeniería y mantenimiento aeroespacial y el

asentamiento de empresas aeroespaciales líderes a nivel mundial en México se encuentran:

- ❖ La cercanía con Estados Unidos de América. Representa el mercado más grande del mundo; es a donde se dirige el 74.3% de las exportaciones aeroespaciales de México, por lo que los antecedentes de negocio y encadenamiento de manufactura que existen con dicho país brindan ventajas y oportunidades para seguir robusteciendo a la industria aeroespacial en México.
- ❖ Acceso a los océanos Pacífico y Atlántico. La ventaja geográfica que posee México le permite ser considerado como punto estratégico que facilita el acceso de insumos o mercancías tanto de Europa como de Asia. Combinado con la cercanía al mercado estadounidense y la posibilidad de ser puente en la región de América del Norte, hace atractiva la realización de actividades aeroespaciales.
- ❖ Disponibilidad de capital humano. México no solo ofrece mano de obra de bajo costo, sino calificada y con experiencia en otros sectores industriales con importante presencia en México, como el automotriz y el electrónico. Asimismo, la capacidad de los trabajadores mexicanos en muchos de los casos ha sobrepasado las expectativas de las compañías aeroespaciales que inician proyectos en México, lo que justifica buscar estrategias que permitan minimizar las debilidades y potenciar esta fortaleza.
- ❖ Cercanía con centros de desarrollo tecnológico. La ubicación de México junto a Estados Unidos y Canadá, dos de los principales países productores y desarrolladores de tecnología aeroespacial, abre oportunidades para la integración tanto industrial como tecnológica, aprovechando la vinculación con polos aeroespaciales como Quebec y Seattle.
- ❖ Seguridad en manejo de propiedad intelectual. A diferencia de otros países que compiten con México por la atracción de inversiones del sector aeroespacial, este ofrece un aspecto que es fundamental en esta industria: la seguridad en el manejo de información confidencial y de propiedad intelectual, lo cual se reconoce por las propias empresas que han realizado operaciones en México.

- ❖ Una base empresarial importante. Ésta no sólo es evidente en términos del incremento en el número de empresas que pertenecen al sector aeroespacial desde el 2005, también en la experiencia lograda en otros sectores estratégicos que han forjado capacidades de manufactura de procesos industriales complejos y capital humano que permiten soportar proyectos del sector aeroespacial.
- ❖ Ventajas en costos. Aunado a la ubicación geográfica, México tiene ventajas en costos, como demuestran diversos estudios como el realizado por KPMG en 2008, el que se indica que las compañías aeroespaciales establecidas en México pueden ahorrar hasta el 30% en costos de operación.

### **Debilidades**

Entre las debilidades identificadas, que se revelan como factores que limitan el aprovechamiento de las oportunidades y la explotación de las capacidades o que exponen al sector a posibles amenazas, se encuentran las siguientes:

- ❖ Cadena de suministro débil y baja integración de proveeduría nacional. Si bien México ofrece ventajas para la atracción de inversiones y proyectos aeroespaciales de importantes compañías OEM y de primer nivel, el grado de integración de proveedores nacionales aún es bajo, por lo que el reto es propiciar el fortalecimiento de las capacidades de manufactura y diseño de posibles proveedores nacionales.
- ❖ Falta de capital humano con experiencia en tecnología aeroespacial y a nivel gerencial. Opiniones de varias empresas y de estudios como el de “Necesidades de Capital Humano de la Industria Aeroespacial” elaborado por Fundación Idea en el año 2010, coinciden en señalar que se requiere capital humano con capacidades orientadas a la especialización aeroespacial, mientras que en niveles gerenciales y de ingeniería, se requieren reforzar las capacidades administrativas y de comunicación básicas como tener conocimiento del idioma inglés.
- ❖ Falta de certificaciones. Un aspecto que distingue a la industria aeroespacial sobre otras industrias son los elevados estándares de calidad y seguridad que se requieren. Bajo esta lógica, aún existe un rezago en el número de empresas

mexicanas que cuentan con uno o más de estos documentos. De acuerdo con encuesta aplicada por ProMéxico, menos de la mitad de las empresas aeroespaciales han obtenido las certificaciones AS9100, NADCAP o ISO 9001:2008.

- ❖ Ineficiencia e ineficacia en planes integrales que contemplen la sinergia entre el gobierno, la industria y la academia. Para lograr la efectividad de cualquier política industrial es indispensable la coordinación entre los diferentes actores. En este sentido, la definición de objetivos y estrategias de manera conjunta es un primer paso que se debe ver reflejado en instrumentos como el propio Programa.
- ❖ Baja incorporación de tecnología a procesos de manufactura. De las empresas del sector aeroespacial establecidas en México, 70% se dedican a realizar actividades de manufactura de partes. Por tal motivo, el reto es incursionar en la manufactura de sistemas que involucren mayor valor agregado y contenido tecnológico, buscando la participación en las primeras etapas de desarrollo de nuevos productos, lo que implicaría mayores actividades de diseño, ingeniería y tecnología.
- ❖ Falta de procedimientos claros y mayor certeza para la obtención de recursos que promuevan el desarrollo tecnológico. Conforme la opinión de representantes de algunas empresas, se requiere que en los programas de apoyo orientados al desarrollo tecnológico se establezcan reglas de operación más claras, además de minimizar las posibles modificaciones de tal forma que se brinde certeza a las empresas participantes.
- ❖ Infraestructura tecnológica inadecuada. Una característica de los principales países con industria aeroespacial es la orientación de recursos públicos y privados hacia actividades de innovación y desarrollo tecnológico. Por consiguiente, un rubro de suma relevancia es contar con la infraestructura imprescindible que permita la realización de estas actividades, en particular, aquellas relacionadas con el sector aeroespacial.

## **Oportunidades**

En términos de factores externos, que representan oportunidades que pueden ser aprovechadas en la medida que se establezcan mecanismos para ello, se identifican los siguientes:

- ❖ Reemplazo de flota aérea y compras de Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y la Secretaría de Marina (SEMAR). De acuerdo con datos del *Atlas de Seguridad y Defensa de México 2009*, se refleja una necesidad de renovación de la flota aérea de las fuerzas armadas dada la antigüedad de algunos tipos de aeronaves y la cantidad que se requiere, por ejemplo, está el caso de los aviones de entrenamiento, cuya flota actual es de 143 unidades y la edad promedio es de 26 años. SEDENA y SEMAR en los últimos seis años destinaron un presupuesto promedio anual de 1,490 millones de pesos a sus compras de aeronaves, compras en las que es posible buscar mecanismos de compensación (*offsets*) que beneficien a la industria.
- ❖ Bono demográfico. La base de jóvenes en edad de trabajar en México constituye una ventaja respecto a países donde gran parte de la población es de mayor edad, por lo que carecen de la capacidad para reemplazar su fuerza laboral.
- ❖ Gasto militar de Estados Unidos. El gasto destinado por Estados Unidos al desarrollo y manufactura de equipo militar es de los más elevados a nivel mundial, por lo que considerando la tendencia mundial que se presenta en la industria aeroespacial hacia la globalización de actividades y la especialización horizontal, así como la fortaleza de México en términos de la seguridad en el manejo de propiedad intelectual, este factor es un nicho de oportunidad para la industria aeroespacial en México. Es decir, se podría pensar en ser proveedores de la industria militar estadounidense.

## **Amenazas**

La principal amenaza al paso firme de crecimiento que México ha tenido en la industria aeroespacial es la competencia internacional. Es un factor externo que debe afrontarse con la mejor capacidad posible, ya que la competencia por la atracción de inversiones y proyectos de la industria aeroespacial es particularmente

agresiva con países emergentes como China, Brasil y Rusia; con los que tradicionalmente se rivaliza en costos, pero que cuentan con antecedentes de manufactura y desarrollo de aviones, como Brasil y Rusia, o están realizando fuertes inversiones en el desarrollo de proyectos de fabricación de aviones, como es el caso de China. Es por ello, que México deberá crear las condiciones que permitan diferenciarse de estos países no solo en términos de costo, sino también en sus capacidades para el desarrollo tecnológico.

Como se puede examinar, a pesar de las debilidades y amenazas que enfrenta México a nivel nacional e internacional, son más las fortalezas y oportunidades con las que cuenta, por lo que el balance es positivo; aunque, es menester trabajar a nivel institucional, financiero, tecnológico y administrativo, para continuar con el próspero camino en la industria aeroespacial, creando condiciones para la atracción de inversión, desarrollando y consolidando el mercado interno, así como la exportación de su manufactura.

El camino de México en la industria aeroespacial se encuentra en un franco despegue; no obstante, falta un largo camino por recorrer, por lo que el *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial* tiene como prioridad encontrar las fragilidades existentes y transformarlas en fortalezas y oportunidades que le sigan permitiendo a México escalar en la competitiva industria aeroespacial.

### **2.3.2 Visión y estructura general del *Pro-Aéreo 2012-2020***

Con el análisis anterior y tomando en cuenta la trayectoria ya emprendida por México, en el *Pro-Aéreo* se establecieron una serie de recomendaciones para el país, que se identifican como segmentos para apuntalar los esfuerzos de forma particular. El enfoque estratégico consiste en consolidar la manufactura en actividades de mayor valor agregado, con base en una planeación en la que se considera:

1. El incentivar la transversalidad industrial y reconversión de industrias nacionales.  
Fomentar la participación de otras industrias ligadas al sector aeroespacial

(textil, plástico, metalmecánico), para fomentar ser sus proveedores, generando así una base de productos con mayor valor agregado y una mano de obra más especializada.

2. La focalización en tecnologías claves consistentes y necesarias para el desarrollo de la industria aeroespacial:
  - Contar con Centros Tecnológicos y laboratorios de pruebas, aprovechando los ya existentes y desarrollando la infraestructura que se requiera.
  - Ensamblaje y sub-ensamblaje a nivel de TIER 2 (motores, fuselajes, turbinas, arneses, trenes de aterrizaje, sistemas y controles de vuelo).
3. Un enfoque en el desarrollo de nuevos materiales, como aluminio, composites, plásticos, aleaciones especiales de hierro y acero, sílices, cobre y titanio.
4. El desarrollo de combustibles como plataforma para el desarrollo de aeronaves, helicópteros, vehículos no tripulado, etcétera.
5. La especialización en proveeduría a nivel TIER 2 y 3 en plataformas aeroespaciales internacionales, que permitan una adquisición de conocimiento y de transferencia tecnológica.
6. La creación de un HUB<sup>123</sup> especializado en actividades de MRO.
7. La especialización en componentes y servicios dentro de la cadena global de suministro, por ejemplo, ser el mejor a nivel mundial en:
  - El diseño y fabricación de toda la soportería que tienen las aeronaves.
  - El diseño y fabricación de *triming* (vestiduras y asientos) para aeronaves.
  - El suministro de MRO integral.

La búsqueda de la especialización en la cadena global de suministro y el cumplimiento de estas recomendaciones requería de un plan integral de acción para encaminar los esfuerzos y multiplicarlos entre todos los actores de la industria aeroespacial en México, para asegurar los mejores procesos de captación de inversión y aumentar la capacidad de producción y comercialización.

---

<sup>123</sup> Hub: Centro de operaciones

Dentro de la visión general se pueden identificar las bases sobre las que se desarrolla el *Pro-Aéreo 2012-2020*, las cuales incluyen las mejores prácticas internacionales, de las que se desprenden las cinco líneas estratégicas generales, con los hitos o visiones sobre México en el sector. Cabe destacar que a partir de estos elementos se plantearon las cuatro metas globales del Programa, los elementos facilitadores y los mecanismos de implementación. Asimismo, se ubicaron claramente a los actores más imponentes en esta materia para llevar a cabo la ejecución de cada lineamiento.

A partir de un análisis extenso sobre las características y políticas aeroespaciales de los países más relevantes a nivel global en la industria, según el *Pro-Aéreo 2012-2020*, éstas son las mejores prácticas internacionales:

1. Contar con un Programa Estratégico Institucional focalizado al sector que de directriz y confianza a los inversionistas.
2. Apoyos presupuestarios federales específicos para el sector.
3. Política industrial para el desarrollo del sector.
4. Aprovechamiento del mercado interno como elemento detonador del desarrollo de la industria (*Offsets* y compras nacionales estratégicas).
5. Promoción y financiamiento de grandes proyectos estratégicos para su participación en programas internacionales.
6. Centros de desarrollo tecnológico específicos para el sector (diseño y pruebas).
7. Desarrollo por regiones y por clústeres.
8. Programa de formación de capital humano.
9. Especialización por servicios y productos en la cadena global aeroespacial.
10. Contar con un sistema u organismo de gestión para la implementación de las acciones del programa estratégico.

### 2.3.2.1 Líneas y acciones estratégicas

Derivado del aprendizaje de las mejores prácticas internacionales, en el *Pro-Aéreo* se pudieron establecer, de forma general, las siguientes líneas estratégicas para un país con las características de México:

1. Promoción y Desarrollo de mercado interno y externo.
2. Fortalecimiento y desarrollo de capacidades.
3. Desarrollo de capital humano.
4. Desarrollo Tecnológico.
5. Desarrollo de Factores transversales.

Estas líneas estratégicas agrupan, cada una de ellas, un conjunto de acciones, que permitirán definir los mecanismos e instrumentos necesarios, así como los proyectos de mayor envergadura. En el proyecto objeto de esta investigación se citan las siguientes:

#### **Acciones estratégicas:**

1. Promoción y desarrollo del mercado interno y externo.
  - Aprovechar compras nacionales para el desarrollo de la industria (compras de gobierno y sistemas de compensación *Offsets*).
  - Participación en proyectos y programas internacionales (Proyectos estratégicos).
  - Definición de los nichos de México en la cadena de suministro y redes de innovación globales (Especialización país) e identificar los polos de competitividad asociados.
2. Fortalecimiento y desarrollo de las capacidades de la industria nacional.
  - Contar con una cadena de proveedores desarrollada e integrada.
  - Enfoque integral del ciclo completo de vida del producto: diseño, ingeniería, manufactura y reparación.
  - Desarrollo de clústeres actuales.

- Facilitar la internacionalización de empresas establecidas en México y atracción de inversiones estratégicas (IED, IEN, Joint Ventures, Alianzas Estratégicas, Venture Capital, etcétera).
  - Especialización por servicios o productos de la cadena global de suministro.
3. Desarrollo del capital humano necesario.
- Impulso a la formación, capacitación, especialización y asistencia técnica para el desarrollo de especialistas en sus diferentes niveles, en el sector aeroespacial:
    - a) Definición de programas conjuntos con vocación aeroespacial entre la FEMIA, la SEP, gobiernos estatales, CONACYT y COMEA.
    - b) Desarrollo de carreras técnicas especializadas.
    - c) Desarrollo de personal certificado.
4. Desarrollo tecnológico.
- Establecimiento de Centros de Desarrollo Tecnológico específicos para la industria, con participación del sector industrial en los principales clústeres:
    - a) Desarrollo de nuevas áreas tecnológicas.
    - b) Desarrollo específico de I+D+i, vinculado a las necesidades de la industria.
    - c) Vinculación de actores (CDT, universidades, y CONACYT) y mecanismos (AERIS, Redes) para soporte y desarrollo de proyectos conjuntos.
  - Laboratorio(s) de pruebas y diseño específico para la industria con participación del sector industrial.
  - Desarrollo de nuevos materiales (compuestos, nano, aplicaciones, mando a distancia, etcétera), con participación del sector industrial.
  - Diseño, desarrollo, fabricación y ensamble de un módulo de motor.
  - Ensamble de un avión con al menos un contenido nacional del 50%.
5. Desarrollo de factores transversales.
- Marco Institucional.

- Adopción de mecanismos de coordinación y gestión del sector.
- Programa de apoyos específico para el sector.
- Financiamiento.
- Regulación (Facilitación y estrategia arancelaria).
- Infraestructura, Certificaciones, Logística y Centros Tecnológicos.
- Acuerdos internacionales.

Dentro de las estrategias, hay cuatro prácticas fundamentales a considerar:

- i. Participación de México en programas internacionales que le permitan acceso a nuevas tecnologías y mercados.
- ii. Establecimiento de programas de compras nacionales estratégicas y de *Offsets*, asegurando el desarrollo y la participación de la industria nacional en proyectos del mercado interno.
- iii. Apoyos presupuestarios federales específicos para el sector, que impulsen el crecimiento de la industria nacional (apoyos verticales).
- iv. Financiamiento adecuado para el sector aeroespacial.

Cada una de estas acciones estratégicas cuenta con sus respectivos componentes para lograr una ejecución adecuada.

- Mecanismos de apoyo:

Los mecanismos de una estrategia son aquellos elementos que sirven como vehículos para facilitar la realización de las acciones estratégicas.

- Instrumentos:

Los instrumentos de una estrategia son los apoyos diseñados específicamente para facilitar el cumplimiento de toda acción estratégica, de manera genérica y específicamente para el sector.

- Proyectos estratégicos:

Los proyectos estratégicos, son el mecanismo, por medio del cual se ejecutarán las acciones estratégicas y se lograrán los objetivos generales y específicos del programa estratégico nacional, por ello, son el último eslabón de las actividades a

realizar y por lo mismo, el seguimiento y control de su ejecución, en tiempo y forma es fundamental.

### **2.3.2.2 Metas globales, mecanismo de coordinación y actores relevantes**

En el *Pro-Aéreo* se establecieron algunos puntos generales a cumplirse por México en los próximos años, puntos específicos a lo largo de una línea de tiempo del proyecto. Son los hitos que pueden servir como anclajes o puntos de inflexión en la consolidación y evolución de la industria aeroespacial mexicana:

- A. Establecimiento formal del mecanismo de coordinación y gestión.
- B. Participación de México en Programas Internacionales que le permitan acceso a nuevas tecnologías y mercados.
- C. Establecimiento formal del Programa de compras nacionales estratégicas.
- D. Establecimiento e implementación de sistemas de compensación *Offsets*.
- E. Creación del Programa de Apoyos específicos para el sector.
- F. Línea de acceso al financiamiento adecuado para el sector aeroespacial.
- G. Inauguración del laboratorio de pruebas de la Industria Aeroespacial.
- H. Diseño, desarrollo, fabricación y ensamble de un módulo de motor.
- I. Ensamble de un avión con alto contenido nacional.
- J. México se convierte en el principal HUB de servicios aeronáuticos en América Latina.

Basados en los propios alcances de México, en sus capacidades potenciales, en las ventajas y desventajas que presenta, así como en la probabilidad de llegar a superar a los países de mayor relevancia en la industria a nivel mundial, en el *Pro-Aéreo* se plantearon las siguientes cuatro metas para cumplirse al año 2020 en cuanto al sector aeroespacial refiere, el documento las cita de la siguiente forma:

1. Ubicar al país dentro de los primeros 10 lugares a nivel internacional, en materia de exportaciones.

2. Exportaciones por más de 12,000 millones de dólares de bienes aeroespaciales.
3. Contar con 110 mil empleos directos.
4. 50% de Contenido Nacional.

Entre los elementos facilitadores que se identificaron para ejecutar de manera correcta las estrategias y así cumplir con las metas establecidas, se vislumbran las siguientes:

- La creación de un Marco Institucional.
- Adopción del mecanismo de coordinación y gestión.
- Programa de apoyos específico para el sector.
- Mecanismos de Financiamiento.
- Regulación (facilitación y estrategia arancelaria).
- Promover la inversión en Infraestructura.
- Lograr las Certificaciones nacionales e internacionales.
- Mejores prácticas en Logística.
- Creación de Centros Tecnológicos.
- Establecimiento de Acuerdos Internacionales.

Asimismo, para poner en práctica el *Pro-Aéreo*, lo más conveniente es contar con un mecanismo de coordinación y gestión, que de manera constante coordine, dé seguimiento y promueva o ejecute las acciones esenciales para asegurar el cumplimiento de las actividades estratégicas primordiales para alcanzar los objetivos planteados.

El mecanismo propuesto sería la creación de un **Comité de la Industria Aeroespacial**, en el cual participen los principales actores de los sectores público y privado. Para ello, será vital realizar un convenio para formalizar su creación, establecer sus objetivos, funciones y mecánica de operación.

El Comité estaría integrado por los representantes de las siguientes instituciones, con nivel de Director General o equivalente, quienes tendrían facultades de voz y voto.

Sector Público:

- Secretaría de Marina (SEMAR).
- Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).
- Secretaría de Seguridad Pública (SSP).
- Secretaría de Economía.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- PROMEXICO.(Extinto en 2019)
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- Secretarías de Desarrollo Económico de los Estados.

Sector Privado:

- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA).
- Tres representantes de la industria

Sector académico:

- Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial (COMEA).
- Tres universidades o institutos que impartan licenciaturas relacionadas con la industria.

El Comité podrá invitar, adicionalmente, a representantes de organismos e instituciones públicas y/o privadas que se vinculen con los asuntos o proyectos a tratar, quienes tendrán derecho a voz, pero no a voto. En este caso entrarían consultorías de negocios, asesores especializados en temas específicos o alguna institución relevante en asuntos específicos.

En el caso de las Secretarías de Desarrollo Económico de los Estados, se solicitará que la Asociación Mexicana de Secretarios de Desarrollo Económico, A.C. (AMSDE) nombre un representante.

La presidencia del Comité estará a cargo del representante de una de las instituciones que lo integran y será rotatoria por un periodo de un año. La definición de la primera presidencia y de la rotación se realizaría en los términos que se establezcan en el instrumento normativo mediante el cual se formalice el mecanismo.

El objetivo del Comité será dar seguimiento y verificar el cumplimiento de las acciones estratégicas establecidas en el *Programa Estratégico Aeroespacial 2012-2020*, proponer nuevas estrategias o, en su caso, modificaciones a las ya establecidas, así como los instrumentos para poder llevarlas a cabo.

Para el cumplimiento de sus funciones se auxiliará por grupos de trabajo para cada una de las estrategias definidas en el *Pro-Aéreo*. La coordinación de los grupos de trabajo estará a cargo de la Secretaría Técnica, que recaerá en la Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología de la Secretaría de Economía. El Comité sesionará de forma ordinaria una vez cada tres meses y de manera extraordinaria cuando así lo requiera.

Cada grupo de trabajo estará integrado por representantes de las diferentes instituciones que integran el Comité o de instituciones invitadas y se designará a un responsable de cada grupo, quien coordinará las actividades que les correspondan y reportará los avances al Secretario Técnico. La integración de los grupos de trabajo, la designación del responsable y sus funciones, se determinarán por el Comité, conforme a los términos que se establezcan en el instrumento normativo que para tal efecto se genere.

Todos estos lineamientos están establecidos en el documento que ostenta el *Pro-Aéreo 2012-2020*, y al hacer una revisión de estos, se puede tener un panorama general de lo qué es el Programa y dar el sustento para evaluarlo. Es decir, se podrá contrastar lo que se establece *a priori*, con los datos que se arrojen sobre la ejecución del Programa en el periodo establecido para la presente investigación (2012-2018).

Una vez revisado el panorama general del *Pro-Aéreo 2012-2020*, es posible reconocer que es imprescindible la participación activa de manera coordinada, con objetivos alineados y con acciones articuladas de los diferentes actores relevantes del sector, tanto del gobierno como de la iniciativa privada, acompañados en todo momento por la academia y por los organismos tecnológicos para asegurar su implementación exitosa. La publicación del *Pro-Aéreo* en sí misma, ya es un paso muy importante para la consecución de los objetivos, porque fija el rumbo y traza rutas viables.

Como se pudo observar en este capítulo, la industria espacial en México tuvo sus orígenes de forma muy incipiente, pasaron prácticamente tres décadas, con respecto a los países desarrollados, para que se estableciera una industria aeronáutica mexicana. Desde la percepción del lujo que se tuvo respecto al transporte aéreo hasta la importancia que llegó a través del ámbito militar.

Desde el inicio del México independiente, la inestabilidad política provocaba una falta de interés por temas como la aviación para los líderes políticos, los globos aerostáticos funcionaban más como un entretenimiento de las élites. En los albores del siglo XX, ya con los aeroplanos funcionando en el mundo, en México la inestabilidad política y económica, así como la corta visión de los industriales respecto al sector, hicieron que hubiera una década perdida. Hasta que se dieron cuenta que los talleres de los ejércitos en otros países iniciaban un desarrollo aeronáutico, se dieron los primeros intentos de generar una industria, pero el conflicto revolucionario volvió a postergar dicho desarrollo.

Hasta los años treinta se pudo iniciar una verdadera industria aeronáutica mexicana tanto militar como de tipo civil, pero había una cierta dependencia de los insumos del exterior. Esta tendencia, de una industria dependiente e incipiente, perduraría prácticamente hasta inicios del siglo XXI.

Algo parecido ocurrió con la exploración espacial, a la que México se integró más de una década después del inicio de la carrera espacial entre las dos superpotencias; de forma discreta y dependiente, con la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CNEE), buscando conectarse a los satélites para transmitir las Olimpiadas de 1968; y de ese momento, pasarían otros 20 años para que lanzara sus propios satélites.

Sin la voluntad política adecuada y el presupuesto suficiente, no se pudieron consolidar diversos proyectos, liderados tanto por el sector privado como por la academia, para desarrollar el sector aeroespacial. Sería hasta principios del siglo XX que se daría un verdadero interés. Es decir, el desarrollo del sector aeroespacial en México es relativamente reciente y ha servido para reconocer -a pesar de tantas décadas olvidadas- el gran potencial que tiene el país para lograr un lugar preponderante en esta industria a nivel global.

Así se puede observar el meteórico ascenso de la industria aeroespacial mexicana. Aunque ya había empresas de la industria aeroespacial con antecedentes de operación en México por más de 20 años, es a partir de 2005 que comienzan a despuntar, principalmente, por la llegada de compañías fabricantes y de innovación OEM, así como compañías proveedoras de primer nivel, empresas líderes a nivel mundial que encontraron en México las condiciones para invertir y mantener los altos estándares de seguridad y calidad.

Con los datos revisados, fue posible observar que México se encuentra entre las 15 economías más importantes para la industria en diversos rubros, como inversión, nivel de producción, empleos generados, mano de obra disponible y comercio exterior. Por ejemplo, el crecimiento promedio anual de las exportaciones fue de 20% en el periodo 2011-2016; desde el año 2007, el sector ha mantenido una balanza comercial positiva con un superávit promedio anual de casi 600 millones de dólares, manteniendo a la industria en una dinámica creciente, con un saldo superavitario desde el año 2005.<sup>124</sup>

No obstante, los vuelos más altos de México aún no han llegado en esta industria, porque todavía hay mucho por mejorar, por lo que se deben explotar todas y cada una de las condiciones necesarias para incrementar el valor de la industria y los beneficios adyacentes para el mayor número de mexicanos posible. Por eso se exploraron las ventajas y desventajas que puede tener México, a partir de las cuáles se pueden plantear Programas de gran envergadura para abordar de forma integral a la industria y poder seguir desarrollándose y crecer en todas las variables.

Para llevar a México al siguiente nivel, la Secretaría de Economía, junto con la FEMIA, plantearon el *Pro-Aéreo 2012-2020*, con el objetivo principal de colocar a México dentro de los 10 primeros lugares a nivel mundial en ventas.

Entonces se hizo una revisión de lo que plantea; al hacerlo se conocieron sus fundamentos, las ventajas y desventajas de México, el análisis FODA, las mejores prácticas internacionales, las metas, cómo se plantean las estrategias, las líneas de acción y los mecanismos de gestión para su correcta implementación.

---

<sup>124</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad...*, Óp. Cit.

Después de conocer el potencial de la industria, resulta apremiante que la estrategia programada tenga una aplicación efectiva. En consecuencia, es menester que exista una evaluación sobre la forma en que se ha implementado dicho Programa.

Una vez inspeccionado lo que a la letra dice el *Pro-Aéreo*, en el último capítulo, se examinará qué acciones ha llevado a cabo México para desarrollar su industria aeroespacial y cuáles son los resultados de las acciones implementadas en el sector aeroespacial en México, así se podrá determinar en qué medida se han cumplido los objetivos planteados para coadyuvar en el desarrollo nacional de dicha industria.

### **3. Acciones, resultados y perspectivas del *Pro-Aéreo 2012-2020***

Después de ver los antecedentes y el estado actual de la industria aeroespacial mexicana, se puede aseverar que México ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos 14 años, por sus ventajas y fortalezas. Aunque persisten algunas amenazas y retos a superar para consolidarse y seguirse desarrollando, también existen oportunidades para detonar su potencial.

Con los datos revisados, fue posible observar que México se encuentra entre las 15 economías más importantes para la industria en diversos rubros, tales como inversión, nivel de producción, empleos generados, mano de obra disponible o comercio exterior. No obstante, todavía hay mucho por mejorar, por lo que se deben detonar todas y cada una de las condiciones necesarias para incrementar el valor de la industria.

Para explotar esas ventajas, fortalezas y oportunidades, la Secretaría de Economía, junto con la FEMIA, plantearon un programa estratégico, el *Pro-Aéreo 2012-2020*, con el propósito principal de colocar a México dentro de los 10 primeros lugares a nivel mundial en ventas; cuyos lineamientos implican la participación activa de manera coordinada, con objetivos alineados y con acciones articuladas de los distintos actores relevantes, públicos y privados, del sector.

Ahora bien, se hizo una revisión de lo que plantea el documento del *Pro-Aéreo* y se pudieron conocer sus fundamentos, las mejores prácticas

internacionales, las metas, así como las estrategias, las líneas de acción y los mecanismos de gestión para su correcta implementación. Con base en todo lo que se ha examinado, es menester que el *Pro-Aéreo 2012-2020* tenga una aplicación efectiva, por lo que es relevante que se valore la forma en la que se están ejecutando todas las acciones planeadas.

Por lo tanto, en el capítulo final, se examinan las acciones que se han llevado a cabo en el país durante el periodo de aplicación del Programa hasta el tiempo delimitado de la presente investigación (2012-2018), así como algunos resultados de dichas acciones. Por último, se establecen diversas perspectivas sobre el futuro de dicha industria, lo que coadyuva a presentar algunas consideraciones finales, a modo de propuestas para seguir mejorando el posicionamiento de México a nivel global.

### **3.1 Acciones realizadas en el marco del *Pro-Aéreo* durante el periodo 2012-2018**

A continuación, se explorarán las acciones más representativas en materia aeroespacial que se han llevado a cabo en México, en el marco de las líneas de acción del *Pro-Aéreo*, desde finales del 2012 y hasta el límite y disposición temporal de datos de la presente investigación, el año 2018.

Las estrategias planteadas en el *Pro-Aéreo* son transversales, entrelazan los distintos ámbitos de aplicación con los diferentes rubros relacionados en el sector; sin embargo, con el fin de desenvolver los datos para el análisis, en este capítulo, se muestran las actividades de acuerdo a las sub áreas propuestas en éste y se puntualizan las acciones en los distintos rubros de la industria aeroespacial mexicana.

El 1 ° de noviembre de 2012, una de las primeras acciones en el marco de las propuestas del *Pro-Aéreo*, fue la firma del *Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (BASA-Bilateral Aviation Safety Agreement)* con la Oficina de Aviación Federal (*Federal Aviation Administration*) de Estados Unidos, que implica el reconocimiento

de los sistemas de certificación aeronáutica y de los productos hechos en México.<sup>125</sup> Éste fue un movimiento de suma importancia, ya que dicho convenio permite el diseño y manufactura de componentes certificados internacionalmente, lo que favorece el desarrollo y fortalecimiento de la proveeduría nacional.<sup>126</sup>

Para complementar la voluntad plasmada en dicho documento, en diciembre del mismo año, como parte del rubro de fortalecimiento y desarrollo de capacidades del *Pro-Aéreo*, se inauguró la primera oficina de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) para la certificación de partes de aeronaves fabricadas en México, dentro de las instalaciones de la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ).<sup>127</sup> En ese mismo mes, también inició a la construcción del Campus Franco Mexicano en la UNAQ, con la finalidad de impartir formación, capacitación y adiestramiento de Profesional Técnico Bachiller (PTB) y Técnicos Superiores Universitarios (TSU) en Aeronáutica, para que obtuvieran un nivel de competencias equiparables a las establecidas por organismos internacionales de aviación civil, contando con el apoyo financiero, técnico o pedagógico de los gobiernos de México y Francia, así como empresas y autoridades aeronáuticas.<sup>128</sup>

En el *Pro-Aéreo* se propone la ampliación de las oportunidades de financiamiento como un factor de desarrollo transversal. Para lograr este punto, se han generado programas de financiamiento por parte del Banco Nacional de Comercio Exterior (Bancomext), instancia que da apoyos directos o que funge como intermediario en proyectos de fortalecimiento industrial y productivo. Para ello, se establecieron programas que favorecen la incorporación de proveedores locales a

---

<sup>125</sup> Tetakawi [Redacción], *USA-Mexico Bilateral Aviation Safety Agreement As Of 2012*, en sitio oficial Consultora Tetakawi.com, México, publicado 1 de noviembre de 2012. Dirección URL: <https://insights.tetakawi.com/usa-mexico-bilateral-aviation-safety-agreement-as-of-2012> (27 de julio 2018).

<sup>126</sup> UNAQ [Redacción], *Historia de la UNAQ*, en sitio oficial Universidad Aeronáutica en Querétaro, México, sin fecha de publicación. Dirección URL: <http://www.unaq.edu.mx/nosotros/historia-de-la-unaq/2012-2/> (29 de julio 2018).

<sup>127</sup> *Idem*.

<sup>128</sup> UNAQ [Redacción], *Campus Franco Mexicano*, en sitio oficial Universidad Aeronáutica en Querétaro, México, sin fecha de publicación. Dirección URL: <https://www.unaq.edu.mx/nosotros/instalaciones/campus-franco-mexicano/> (29 de julio 2019)

la cadena de proveeduría de la industria aeroespacial, incluida la participación de empresas pequeñas y medianas.<sup>129</sup>

Desde el año 2013, Bancomext ha otorgado financiamiento para agregar mayor contenido nacional a las exportaciones aeroespaciales. Por su proceso de desarrollo, esta institución cuenta con programas específicos para financiar proyectos de larga maduración; para la industria aeroespacial, existen plazos de recuperación de créditos superiores a los 15 años y, en algunos casos, hasta por 20 años.<sup>130</sup> Asimismo, se promueve la llegada de inversión extranjera directa, por parte de empresas globales que inviertan y generen más empleo e incrementen la capacidad productiva en México.

Para finales del año 2018 ya se habían canalizado más de 13,500 millones de pesos, además de financiamientos en proceso por otros 3,300 millones de pesos. El saldo que tiene la cartera de Bancomext en esta actividad ha llegado a los cinco mil millones de pesos. Se han financiado prácticamente a todas las aerolíneas de origen mexicano, así como a otras empresas de servicios comerciales con helicópteros y proyectos de proveeduría de manufactura.<sup>131</sup>

Uno de los programas más utilizados del Banco va dirigido a la adquisición de bienes de capital: maquinaria, equipo y nuevas tecnologías. Un problema costoso para las empresas es mantener un inventario de refacciones en los distintos lugares de operación; con el financiamiento se compran impresoras 3D, donde se imprimen las piezas y componentes bajo demanda, eso reduce costos de almacenamiento.<sup>132</sup> Otro ejemplo es el financiamiento tipo *joint-ventures*, que ha contribuido a la incorporación de empresas mexicanas a la cadena de valor; éste tiene cabida cuando un accionista extranjero se asocia con empresas que ya

---

<sup>129</sup> Bancomext ha operado como la Agencia de Crédito a la Exportación del Gobierno mexicano y, como parte de esta función, suscribe acuerdos con sus contrapartes en el exterior con el propósito de habilitar líneas de crédito, garantías o seguros de crédito a la exportación de largo plazo, para que las empresas mexicanas puedan importar bienes de capital, refacciones y servicios en las mejores condiciones de mercado.

<sup>130</sup> Guillermo Máñez, *Bancomext y el vuelo de la industria aeroespacial mexicana*, entrevista con Eduardo Muñiz Juárez, en línea sitio oficial Bancomext, México, sin fecha de publicación. Dirección URL: <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=878&t=bancomext-y-el-vuelo-de-la-industria-aeroespacial-mexicana&fbclid=IwAR3mzEc-AbeVreh9qwr6Eh1XUt36AVTMHibW3wibkc7P4I3xyZBG-pjXQbg> (22 de septiembre 2018)

<sup>131</sup> *Idem.*

<sup>132</sup> *Idem.*

cuentan con instalaciones para fabricar partes y componentes. La forma más fluida para una empresa mexicana es que estas asociaciones aporten procesos ya certificados y experiencia en la industria.<sup>133</sup>

Como parte de la colaboración público-privada, con participación *multi stakeholder*, las acciones relevantes continuaron en marzo de 2014, cuando Delta Air Lines y Grupo Aeroméxico inauguraron *Tech Ops México*, el centro de mantenimiento, reparación y revisión de aeronaves más grande en América Latina, en un espacio de más de 100 mil metros cuadrados, con capacidad para atender simultáneamente hasta nueve aeronaves. El complejo se encuentra en las inmediaciones del Aeropuerto Intercontinental de Querétaro y es parte de las acciones enfocadas en la promoción y desarrollo del mercado interno y externo que se plantearon en el *Pro-Aéreo*.<sup>134</sup>

Con el propósito de fortalecer la cadena de proveeduría, la FEMIA y la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), a través de su Programa *TechBA*, colaboraron para iniciar el *Programa de Desarrollo de Proveedores* en el año 2016, lo anterior con base en un documento de recomendaciones emitido por el Consejo Nacional de Productividad. Éste en un inicio se enfocó, sobre todo, en el nicho de los recubrimientos.<sup>135</sup> De acuerdo con datos de la FEMIA, los recubrimientos certificados y aprobados tienen más importancia que su valor en compras de manera aislada.<sup>136</sup>

En 2017, se anunció la construcción de Centro Nacional de Diseño e Ingeniería para la Industria Aeroespacial, que se ubica en Tijuana, Baja California. El gobernador de dicha entidad, Francisco Vega de Lamadrid, firmó un convenio

---

<sup>133</sup> *Idem*.

<sup>134</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad en México*, Revista de Comercio Exterior, sin fecha de publicación, México. Dirección URL: <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=54&t=la-industria-aeroespacial-y-el-despegue-de-la-productividad-en-mexico> (12 de enero de 2017)

<sup>135</sup> Rosario Taracena, *Completar la cadena de valor: el reto en aeroespacial*, en sitio oficial PF México, publicado el 1 de abril de 2019 <https://www.pf-mex.com/articles/completar-la-cadena-de-valor-el-reto-en-aeroespacial-?fbclid=IwAR0fSD1UY9iWyiSK0Fzr1fT3ll4ImRWa9SV67mRc7V1uDeFVbeHs8kZRMWo> (4 de enero de 2019)

<sup>136</sup> Por ejemplo, supongamos que hay más de \$60 millones de dólares en compras de maquinados y más de \$40 millones en estampados para interiores y motores de aeronaves; no obstante, si los procesos de las empresas de acabados y tratamientos térmicos no están instalados, esos \$100 millones de dólares no pueden colocarse en México.

con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para consolidar el proyecto de construcción, con una inversión de 44,9 millones de pesos, provenientes del Fondo Mixto (FOMIX).<sup>137</sup> Los recursos se gestionaron mediante inversión bipartita para dotar a la Universidad Tecnológica de Tijuana (UTT) de esta importante infraestructura, misma que contará con un Centro de Especialización en Diseño e Ingeniería de Producto, único a nivel nacional.<sup>138</sup>

Inició su funcionamiento a finales de 2019 y está equipado con 4 laboratorios que cuentan con tecnología de punta; su función principal es la capacitación y formación de capital humano en especialidades asociadas al diseño avanzado e ingeniería de producto, con disciplinas como Manufactura Digital, Validación de Producto, Ingeniería Inversa, Prototipado Rápido, Realidad Virtual, Metrología e Inspección.<sup>139</sup>

Dicho centro dotó de equipamiento para pasar del ensamble al diseño, así desarrollar productos e incrementar la productividad y competitividad de las PYMES del sector en la región, a partir de su acceso a tecnología y software especializado.<sup>140</sup> Además, el sector lo vislumbra como un elemento clave con el cual colaborar estrechamente.

A principios de 2019, la Confederación Nacional de Cámaras Industriales (CONCAMIN) firmó un convenio de colaboración con la FEMIA. Esto es consecuencia de la creación de Centro de Innovación Aeroespacial en Tijuana, debido a que la CONCAMIN pretende poner en marcha una Red de Centros de Innovación para distintos sectores. El objetivo es proporcionar capacitación en el área de diseño, incubar empresas y brindar asistencia técnica a posibles proveedores de dicha industria.<sup>141</sup> Incluso, Francisco Cervantes, dirigente de la

---

<sup>137</sup> Siglo 21 [Redacción], Anuncian construcción de Centro Nacional de Diseño e Ingeniería para la Industria Aeroespacial, periódico industrial Siglo 21, México, 2018. Dirección URL: <http://siglo21.com.mx/index.php/12-industria-general/3181-anuncian-construccion-de-centro-nacional-de-diseno-e-ingenieria-para-la-industria-aeroespacial> (28 de septiembre 2018)

<sup>138</sup> Gabriela Martínez, *Inversión en proyectos de desarrollo tecnológico*, en periódico El Economista [en línea], sección “Estados”, México, publicada el 1 de febrero de 2018. Dirección URL:

<sup>139</sup> Siglo 21 [Redacción], Anuncian construcción de Centro Nacional de Diseño e Ingeniería..., *Óp. Cit.*

<sup>140</sup> *Ibidem.*

<sup>141</sup> Susana González, *Propone Concamin crear red de industria aeroespacial*, en periódico La Jornada [en línea], México, publicado el 14 de enero de 2019. Dirección URL:

CONCAMIN, destacó que “ésta industria resultaba estratégica para México, por su gran potencial de crecimiento, ya que, a finales del 2016 ya contaba con 330 plantas de fabricación en distintas regiones del país, y ya se ubicaba como el séptimo proveedor de Estados Unidos y el sexto de la Unión Europea”.<sup>142</sup>

Para finales del año 2019, se firmó el convenio de colaboración entre la Cámara de Comercio Franco Mexicana (CCFM) y la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), con el objetivo de reforzar la relación entre las entidades federativas del país y Francia en el sector aeroespacial. La idea es generar proyectos conjuntos y reforzar los que ya se encuentran en curso, como el Centro en Baja California y la conformación del Comité de Gestión de Competencias.<sup>143</sup>

Como parte de la estrategia de promoción y desarrollo del mercado interno plasmada en el *Pro-Aéreo*, se abrieron rutas de bajo costo, lo que contribuyó a la disminución generalizada de las tarifas aéreas. La primera consecuencia es que la mayor competencia se ha reflejado en un crecimiento importante de los pasajeros transportados por las líneas nacionales. Para muestra, al cierre de 2014, las aerolíneas domésticas transportaron a casi 41 millones de pasajeros, 58% más que en el 2004. Aunado a esto, el atractivo turístico del país y la mejor conectividad aérea también se reflejó en un repunte de los pasajeros transportados a través de las líneas aéreas extranjeras en el sexenio 2012-2018.<sup>144</sup>

Esto ha tenido un efecto multiplicador, ya que la intensificación de la competencia entre las aerolíneas en México ha provocado que compañías como Interjet, Volaris y Aeroméxico renueven parte de su flota, lo que representa una demanda constante por servicios de mantenimiento y reparación. Incluso, Bancomext ha informado sobre el financiamiento que ha dado a todas las aerolíneas comerciales que operan en el país para que renueven su flota.<sup>145</sup>

---

<https://www.jornada.com.mx/ultimas/economia/2019/01/14/propone-concamin-crear-red-de-industria-aeroespacial-este-ano-9679.html> (14 de enero 2019)

<sup>142</sup> *Ibidem*.

<sup>143</sup> *Idem*.

<sup>144</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad...*, *Óp. Cit.*

<sup>145</sup> *Idem*.

En dicho entorno, la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de México (NAIM) representaba una oportunidad para el crecimiento del mercado interno, ya que el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) tiene una saturación importante, lo que limita el crecimiento del tránsito aéreo en el país. Con la cancelación de la construcción del NAIM a finales del 2018, hubo incertidumbre en las aerolíneas y empresas del sector aeroespacial, las cuales siguen esperando los efectos de la ampliación y adaptación de la Base Aérea Militar de Santa Lucía.

Aunque todavía no es una realidad el avión manufacturado enteramente en México, distintas compañías han elevado gradualmente sus capacidades de diseño, ingeniería y manufactura, como parte del fortalecimiento y desarrollo de las capacidades de la industria nacional, propuesto en el *Pro-Aéreo*. Entre éstas se encuentra Bombardier, cuyos adelantos con el *Learjet 85* son muy destacados, de tal manera que la planta de *Bombardier Aerospace* –ubicada en Querétaro– se encarga de manufacturar el fuselaje, ensamblar las alas, los estabilizadores horizontales y verticales, así como fabricar e instalar los arneses eléctricos, se espera que para finales del 2020 se realice el ensamblaje final en México, que hoy se ejecuta en Wichita, Estados Unidos.<sup>146</sup>

Continuando con el fortalecimiento de capacidades, para habilitar personal en diseño y fabricación de partes del avión que provean a las empresas, se capacitó a 10,000 trabajadores en temas técnicos, para especializarlos en partes mecánicas, metales, materiales avanzados y análisis de estrés residual de piezas.<sup>147</sup>

Un ejemplo significativo del crecimiento de las capacidades a nivel productivo, son los motores. Es una de las ramas que más se ha desarrollado en los últimos seis años en México, incluyendo el diseño, ingeniería y manufactura de partes, unidades y sistemas, así como su mantenimiento y reparación. Hay muchas empresas transnacionales que han encontrado en el país el talento indispensable para impulsar proyectos de alto valor relacionados con las nuevas generaciones de

---

<sup>146</sup> *Ibidem*.

<sup>147</sup> Lilia González, *Industria Aeroespacial en México presentó crecimiento en sus exportaciones de 11% en el 2018*, en periódico El Economista, sección “Empresas”, México, publicada el 14 de enero de 2019. Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Industria-Aeroespacial-en-Mexico-presento-crecimiento-en-sus-exportaciones-de-11-en-el-2018--20190114-0086.html> (14 de enero 2019).

turbinas. Los estados en los que se ubican las principales empresas de manufactura y MRO son Querétaro y Chihuahua.<sup>148</sup>

El *Pro-Aéreo* tiene como un pilar el establecimiento de mecanismos de coordinación, a través de alianzas estratégicas que se conjugan para unificar los esfuerzos. Una de las acciones más importantes en este rubro fue la inclusión de la Feria Aeroespacial México (FAMEX) como mecanismo coordinador de los distintos actores y foro de principal exposición para los proyectos que se desarrollan en el sector.

La FAMEX es un evento organizado por la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), que se inició en el 2015, al cual asisten las empresas aeroespaciales, la FEMIA, el Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial (COMEA) y la Agencia Espacial Mexicana (AEM), así como invitados de otras latitudes.<sup>149</sup> La intención de ésta Feria es reunir a todas las partes que participan en la industria, para que se fortalezcan los vínculos entre todos, lo cual promueve la inversión extranjera directa, la generación de empleos, así como la capacitación y desarrollo del capital humano.

La FAMEX sirve de catalizador para el sector, al convertirse en el escenario donde las empresas, universidades e instancias públicas mexicanas, establecen vínculos comerciales, empresariales y académicos con los referentes del resto del mundo. Ha alcanzado tal importancia, que en la versión del *Pro-Aéreo 2.0* se incluye a la FAMEX como un mecanismo para coordinar los esfuerzos.<sup>150</sup>

Además del evento que se realiza cada dos años en abril, la FAMEX cuenta con un Comité Organizador que desarrolla actividades de promoción de atracción de inversión extranjera en conjunto con la FEMIA a través del fomento de México como marca país, este Comité se desplaza por diversos eventos internacionales que se realizan año con año a lo largo del mundo y es presidido por el Gral. De Ala, P.A. DEMA. Rodolfo Rodríguez Quezada, quien ha desempeñado el papel con grandes resultados.

---

<sup>148</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad...*, *Óp. Cit.*

<sup>149</sup> FAMEX, *Bienvenidos a FAMEX ¿Quiénes somos?*, en sitio oficial de la Feria Aeroespacial México, sin fecha de publicación. Dirección URL: <https://www.f-airmexico.com.mx/> (29 de septiembre 2018)

<sup>150</sup> FAMEX, *La Secretaría de Economía incluye a FAMEX en "Pro-Aéreo 2.0"*, en sitio oficial de la Feria Aeroespacial México, publicado el 14 de junio de 2018. Dirección URL: <https://www.facebook.com/feriaaeroespacialmexico/posts/2136714649877153>

Uno de los ámbitos en el que se vuelve imprescindible desarrollar a esta industria es el sector académico, al ser una de las aristas que permite que se desarrolle el capital humano y la tecnología adecuada. Es de suma importancia para lograr los objetivos del *Pro-Aéreo*, por lo que se intensificaron las acciones que inmiscuyen a las instituciones de educación superior, centros de investigación, incluso la tecnificación en el nivel medio superior.

Existe una amplia coordinación con el gobierno federal, los gobiernos estatales y la academia, para desarrollar programas de capacitación especializados y así atender los requerimientos particulares de la actividad. En Baja California, por ejemplo, la UTT se ha enfocado en promover, establecer y mantener la vinculación tanto técnica como académica de la universidad con el sector productivo, lo que incluye la certificación de competencias en áreas como el maquinado de piezas de aplicación aeroespacial y alcanzando la colaboración con cerca de 50 empresas de la industria.

La Universidad Tecnológica de Querétaro, por su parte, actualiza constantemente su oferta curricular para que el perfil de sus egresados se ajuste a las exigencias de la industria. Para ello, colaboran varias empresas del ramo, no sólo para la actualización de los planes de estudios, también, para el diseño de los programas de extensión, destinados a la capacitación de la fuerza laboral existente.<sup>151</sup> A su vez, la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ) genera anualmente 1,300 técnicos; 1,600 estudiantes de ingeniería y posgrado y 2,600 cursos de educación continua, además de un desarrollo tecnológico en el que colaboran con diversas instituciones nacionales e internacionales.<sup>152</sup>

En Querétaro, se creó uno de los programas más importantes a nivel nacional, denominado *Academy*. A partir del cual se apoya a las PyMEs del sector, mediante cursos de capacitación, inspección de primeros artículos y metodologías, entre otras áreas. Asimismo, se generó la iniciativa denominada *On Board*, con la

---

<sup>151</sup> Guillermo Máynez, *Bancomext y el vuelo de la industria aeroespacial mexicana...*, Óp. Cit.

<sup>152</sup> Salma Domínguez, *México debe priorizar la educación aeronáutica y aeroespacial: FEMIA*, revista en línea de la industria aeroespacial, sección principal, México, publicada el 25 abril 2019. Dirección URL: <https://a21.com.mx/aeronautica/2019/04/25/mexico-debe-priorizar-la-educacion-aeronautica-y-aeroespacial-femia> (25 de abril 2019)

que el clúster queretano impulsa la formación de capital humano y la colocación de personal, por medio del lanzamiento de la campaña *La Industria Aeroespacial en Querétaro Eres Tú*. Ambas tienen el objetivo de visibilizar la industria y las oportunidades laborales que existen en el sector, además de complementar un plan educativo interinstitucional para la atracción y capacitación de talento.<sup>153</sup>

Guanajuato, Aguascalientes, Jalisco y Yucatán también quieren sumarse por lo que, aunque apenas comienzan, ya están desplegando esfuerzos para constituir su propio clúster aeroespacial, a partir de infraestructura desarrollada en ciencia y tecnología. El IPN, ya tiene un camino consolidado en este tipo de carreras, mientras en la UNAM, la Facultad de Ingeniería ya prepara la nueva carrera de Ingeniería Aeroespacial para inicios del año 2020.

Los esfuerzos articuladores del gobierno federal o de asociaciones de alcance nacional, como la FEMIA, no tendrían el mismo impacto si los gobiernos estatales y los clústeres en las diferentes entidades no tuvieran una participación activa de forma constante y determinada. Por eso resultan destacables las distintas acciones realizadas en las entidades donde se ha establecido la industria y que, en algunos casos, ya se han consolidado los conglomerados industriales aeroespaciales.

En la región norte del país se concentra el mayor número de empresas del sector, 198 en total. En dicha zona, la estrategia de desarrollo del sector aeroespacial está basada en la generación de nuevas tecnologías y el fomento de clústeres, en los que confluyen empresas, universidades, centros de investigación y oficinas gubernamentales.<sup>154</sup>

En Baja California, la actividad industrial se encuentra altamente consolidada tras más de 40 años de manufacturar. Actualmente, ahí se ubican 76 empresas del ramo, enfocadas principalmente a la producción de sistemas de fuselaje y plantas de poder.<sup>155</sup>

---

<sup>153</sup> *Idem.*

<sup>154</sup> Enrique de la Madrid Cordero, *La industria aeroespacial y el despegue de la productividad...*, *Óp. Cit.*

<sup>155</sup> *Idem.*

Sonora, por su parte, cuenta con 53 empresas dedicadas a la manufactura de álabes y componentes de turbinas y aeromotores. En dicho estado se llevan a cabo actividades únicas a nivel nacional, como la fundición a presión, a cera perdida y en molde de arena, así como los tratamientos térmicos y superficiales. La fortaleza de éste, por consiguiente, se centra en las actividades de investigación y desarrollo, en las que participa el Instituto de Manufactura Avanzada y Aeroespacial de Sonora (IMAAS), así como en empresas del sector privado.<sup>156</sup>

Chihuahua, a su vez, cuenta con 29 empresas de manufactura, 37 proveedores certificados bajo los estándares internacionales de la industria y cinco ensambladoras de equipos originales. En este clúster se llevan a cabo actividades de diseño, ingeniería, fabricación y ensamble de fuselajes, aeroestructuras, motores, sistemas de cableado eléctrico, maquinados de alta precisión, interiores y asientos, entre otros.<sup>157</sup>

En el centro del país, la delantera la lleva Querétaro, como la entidad con la mayor entrada de inversión dirigida a la industria durante el sexenio de Enrique Peña Nieto, en gran medida por su modelo “triple hélice”, basada en el trabajo conjunto entre empresas, universidades y gobierno, intensificado después del planteamiento del *Pro-Aéreo*. El estado cuenta con un clúster conformado por 25 empresas de manufactura y proveedores, tres empresas de mantenimiento y reparación, cinco centros de diseño e ingeniería, tres centros de innovación y desarrollo, y tres instituciones educativas.<sup>158</sup> Fue en la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ) donde se presentó el *Pro-Aéreo* en el año 2012.

Estas acciones, son muestra del análisis, la visión, las estrategias y los esfuerzos articuladores que propone el *Pro-Aéreo*. Incluyen todos los ámbitos involucrados y la participación de los actores relevantes, así como los mecanismos integradores y las estrategias globales para consolidar a la industria y alcanzar las metas planteadas, como son: ubicar al país dentro de los primeros diez lugares a nivel internacional en materia de exportaciones; exportaciones por más de 12,000

---

<sup>156</sup> *Idem.*

<sup>157</sup> *Idem.*

<sup>158</sup> *Idem.*

millones de dólares de bienes aeroespaciales; contar con 110 mil empleos directos; y que el 50% de la producción sea de contenido nacional.<sup>159</sup>

En el siguiente apartado se enumerarán algunos resultados, consecuentes de las acciones realizadas durante el periodo de estudio, en donde se examinarán algunos datos relevantes, de los cuales se obtendrán conclusiones significativas sobre la forma en que se planteó y se ejecutó el *Pro-Aéreo*, eso también dará paso para establecer algunas perspectivas sobre aquellas actividades que han sido bien ejecutadas y, sobre todo, aquellos retos que aún se tienen que superar.

### **3.2 Resultados de las acciones implementadas**

Después de referir las principales acciones realizadas durante el periodo 2012-2018, es momento de plasmar algunas de las consecuencias de dichas acciones. Los datos revelarán algunos efectos que ha tenido el *Pro-Aéreo* en la industria aeroespacial mexicana en el lapso anotado.

A continuación, se revisarán algunos resultados de las acciones implementadas en el marco del *Pro-Aéreo*, entre estos se encuentran los proyectos que se han plasmado, algunas cifras económicas, empleos generados y el crecimiento académico relacionado con la industria aeroespacial, por mencionar algunos.

Es preciso comenzar con la FEMIA, la organización que lidera, junto con las instancias gubernamentales, las estrategias y acciones para la industria aeroespacial a lo largo del país; la asociación que se ha dedicado a promover la implementación del *Pro-Aéreo*.<sup>160</sup> De 2007 a 2018, la federación se hizo de más de 100 compañías asociadas, que operan en 13 estados del país y que cuentan con un 50 por ciento de capital extranjero, dedicadas al diseño, manufactura y

---

<sup>159</sup> Pro Aéreo 2012-2020..., *Óp. Cit.*

<sup>160</sup> La Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, A.C. (FEMIA) es una asociación sin fines de lucro que agrupa a la mayor parte de las empresas del sector aeroespacial en la República Mexicana. Se estableció en noviembre de 2007, con el fin de promover el desarrollo de la Industria Aeroespacial mexicana a nivel nacional e internacional. Esta reconocida por el Gobierno Federal y une a todas las empresas conjuntamente con las autoridades federales. Sitio oficial FEMIA: <https://www.femia.com.mx/> (16 de octubre 2018)

mantenimiento de las aeronaves, entre ellos Airbus, Bombardier, Infra, Interjet, Safran, Indra, Boeing y General Electric.<sup>161</sup>

Según datos de la FEMIA, México exportó aeropartes por un valor de 8,600 millones de dólares en 2018, lo que representa un alza interanual de 12.4%.<sup>162</sup> La Secretaría de Economía, desglosa cifras que nos permite reconocer que, de dicha cantidad, 76% se destinó a Estados Unidos, seguido por Canadá con 6.1% y Alemania con 5.9%, así como un 3% a Francia y Reino Unido. También se recalca que 35 de las 100 mejores empresas aeroespaciales en el mundo, tienen presencia en México.<sup>163</sup> Cabe señalar que México pasó de ser el décimo al séptimo exportador de partes y componentes para Estados Unidos, líder mundial de la industria.<sup>164</sup>

El director general de la FEMIA, Luis Lizcano, señaló que para 2018, México ya ocupaba el lugar número 12 en ventas en el *ranking* mundial, gracias a que ha reportado cifras de crecimiento con un promedio del 14%, desde el año 2004 a la actualidad.<sup>165</sup> Pero el reto es posicionarse entre los diez principales países productores a nivel mundial en el 2020, con ventas al exterior de 12,000 millones de dólares y la generación de 110,000 empleos.<sup>166</sup>

La industria aeroespacial en México se ha mantenido en ascenso. A pesar de ello, empresas como Boeing, General Electric y Safran, proponen redoblar el dinamismo de la proveeduría nacional, que apenas llega al 5%, ya que el potencial industrial del país es muy grande, como lo demuestra el caso de sector automotriz, que tiene un 65% de proveedores en México.<sup>167</sup>

La producción aeroespacial del país representa el 0.8% del PIB; pero gana terreno progresivamente y tiene un potencial de crecimiento exponencial.<sup>168</sup> Los polos de formación, las asociaciones estratégicas y los centros de certificación, son

---

<sup>161</sup> Susana González, *Propone Concamín crear red de industria aeroespacial...*, *Óp. Cit.*

<sup>162</sup> Lilia González, *Industria Aeroespacial en México presentó crecimiento...*, *Óp. Cit.*

<sup>163</sup> Roberto Morales, *Exportaciones de aeropartes crecieron 12.4% en el 2018*, en El Economista [en línea], sección "Empresas", México, publicada el 24 de abril de 2019. Dirección URL: <https://www.economista.com.mx/empresas/Exportaciones-de-aeropartes-crecieron-12.4-en-el-2018-20190425-0002.html> (28 de octubre de 2018)

<sup>164</sup> Guillermo Máynez, *Bancomext y el vuelo de la industria aeroespacial mexicana...*, *Óp. Cit.*

<sup>165</sup> Susana González, *Propone Concamín crear red de industria aeroespacial...*, *Óp. Cit.*

<sup>166</sup> Lilia González, *Industria Aeroespacial en México presentó crecimiento...*, *Óp. Cit.*

<sup>167</sup> *Idem.*

<sup>168</sup> Guillermo Máynez, *Bancomext y el vuelo de la industria aeroespacial mexicana...*, *Óp. Cit.*

acciones enmarcadas en el *Pro-Aéreo*, que han contribuido, desde distintas aristas, a la atracción de capital y al crecimiento de la confianza de los inversores y las fuentes de financiamiento para los proyectos industriales del sector aeroespacial, están moviendo al país hacia la consolidación de la industria para irse convirtiendo en uno de los productores más competitivos.

Esto genera un círculo virtuoso, ya que la consolidación genera más confianza y ésta hace más atractiva la inversión; a mayor volumen de capital financiero, más se consolida el sector en México, colocando al país como un punto estratégico y de liderazgo para atraer inversiones; logrando así, un crecimiento de inversión y de empresas –tanto nuevas como de las ya establecidas- en las tres ramas de la industria: ingeniería y diseño, manufactura, así como mantenimiento y reparación.<sup>169</sup>

Se han captado más de 3 mil millones de dólares en IED, de los cuales, 86% se ha dirigido a la fabricación de equipo aeroespacial; y el restante 14% a las actividades de mantenimiento y reparación. El crecimiento de una industria que en 2018 sostiene 355 empresas, de las cuales, más de 90%, son de origen extranjero.<sup>170</sup>

El incremento de empresas de la industria aeroespacial, entre las extranjeras que se instalan en alguna entidad, como aquellas que se van creando en territorio nacional, es uno de los principales indicadores de crecimiento del sector. En el año 2000 eran 20; en 2013, había 287 y para el año 2018 se registraron más 350 empresas. En cuanto a la generación de empleo, a principios de 2018, el sector ya contaba con cerca de 60 mil empleos directos.<sup>171</sup> El sector a nivel nacional se ha desarrollado con un dinamismo sin precedentes. Tal desarrollo se calcula que también ha generado una demanda de productos y servicios, para alcanzar más de

---

<sup>169</sup> Fernando González, *México: Un País que Vuela Alto en la Industria Aeroespacial*, Revista Comercio Exterior, recuperado el 15 de agosto de 2017. Dirección URL: <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.ph> (29 de octubre de 2018)

<sup>170</sup> César Guerrero y Miguel Ramírez, *Políticas industriales para crecer, incluir y competir*, Revista de Comercio Exterior, entrevista con Frédéric García, sin fecha de publicación. Dirección URL: [http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=884&t=politicas-industriales-para-crecer-incluir-y-competir&fbclid=IwAR0-AbTCu3GBUmGdG0fPrPoRwzXKWY\\_qwTBUH3npBAyKxBUV4eM-1usjws](http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=884&t=politicas-industriales-para-crecer-incluir-y-competir&fbclid=IwAR0-AbTCu3GBUmGdG0fPrPoRwzXKWY_qwTBUH3npBAyKxBUV4eM-1usjws) (29 de octubre de 2018).

<sup>171</sup> Maricela López y Silvia Pérez, *Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México...*, Óp. Cit.

160 mil empleos relacionados, entre directos e indirectos, con una ratio de 3 a 4 por cada directo.

Entre las labores que emplea la industria, la mayoría son especializadas y con un nivel de remuneración 50% superior al promedio del sector manufacturero. Se proyecta para el año 2025 que se duplique esta fuerza laboral o se superen los 100 mil puestos de trabajo.<sup>172</sup> De acuerdo con la FEMIA, dentro de los próximos tres a cinco años, México puede convertirse en una de las diez naciones más importantes de la industria aeroespacial global.

Las grandes compañías de la industria a nivel mundial, como Bombardier, Grupo Safran, General Electric (GE), Honeywell y Airbus, se han instalado y consolidado en México, encontrando en el país las condiciones para desarrollar centros de diseño e ingeniería, laboratorios y líneas de producción. México se encuentra en un franco ascenso hacia el liderazgo global en el sector aeroespacial.<sup>173</sup>

El presidente de la FEMIA, Felipe de Jesús Sandoval, ha hecho hincapié en reiteradas ocasiones, que la industria no depende de México, sino que se trata de un asunto global y remarcó que la industria seguirá creciendo de forma dinámica, pese a que la economía global se desacelere. En sus palabras, “La industria tiene una economía propia generada por su demanda mundial [...]. En 1995 el 64% del tráfico aéreo estaba concentrado en los países desarrollados; en el 2035 solo el 37 % se concentrará en los países desarrollados”.<sup>174</sup>

Vale la pena recalcar que una de las metas planteadas en el *Pro-Aéreo* es convertir al país en uno de los principales proveedores de la industria aeroespacial. Por lo tanto, en el apartado anterior, se examinaron algunas acciones para formar capital humano desde el sector académico, así como el fortalecimiento de capacidades por medio de centros de desarrollo, programas de capacitación y

---

<sup>172</sup> Guillermo Máynez, *Bancomext y el vuelo de la industria aeroespacial mexicana...*, Óp. Cit.

<sup>173</sup> ProMéxico, *Plan Órbita*, en sitio oficial ProMéxico, Recuperado el 12 de 08 de 2017. Dirección URL: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/plan-orbita-2.0.pdf> (4 de noviembre 2018).

<sup>174</sup> Ricardo Capilla Vilchis, *En 5 años, México entra al top de la industria aeroespacial*, en sitio oficial de A21, publicado el 14 agosto 2019. Dirección URL: [https://a21.com.mx/aeronautica/2019/08/14/en-5-anos-mexico-entra-al-top-de-la-industria-aeroespacial?fbclid=IwAR2u0\\_RgJv2JZzhWdSkk\\_2X5PCLib8MgIS9XncZ1MdG\\_ebGkb5yBW3Qc2QE](https://a21.com.mx/aeronautica/2019/08/14/en-5-anos-mexico-entra-al-top-de-la-industria-aeroespacial?fbclid=IwAR2u0_RgJv2JZzhWdSkk_2X5PCLib8MgIS9XncZ1MdG_ebGkb5yBW3Qc2QE) (14 de agosto 2019)

mecanismos de participación múltiple, donde el sector gubernamental, empresarial y académico están desarrollando de manera conjunta sus proyectos.<sup>175</sup> Como resultado, para el 2018 ya se contaba con universidades y centros de investigación en el tema de manufactura avanzada y materiales, donde anualmente se han graduado más de 110,000 estudiantes de ingeniería, manufactura y construcción.<sup>176</sup>

De acuerdo con datos del extinto ProMéxico, existen 21 instituciones educativas del país, donde se ofrecen 52 programas en el sector de educación aeroespacial, incluyendo cursos básicos, cursos técnicos, cursos técnicos-universitarios avanzados y varios programas de maestría.<sup>177</sup> Asimismo, en el mediano plazo se apreciará el efecto de los centros de desarrollo que se establecerán en los próximos años, como ya se señaló, una de las acciones más importantes para lograrlo fue la firma del convenio de colaboración con la CONCAMIN para integrarse a los planes de la Red de Centros de Innovación.<sup>178</sup>

Como también lo ha señalado Luis Lizcano, director general de la FEMIA, los esfuerzos coordinados deben continuar, por lo que “la mirada está enfocada en convencer a los inversionistas de China, Estados Unidos, Francia, Alemania, España y otros países, de que México es la mejor opción para construir y abrir una planta de fabricación de partes y componentes de avión y cohetes.”<sup>179</sup> Hoy Chihuahua, Querétaro, Baja California, Sonora y Nuevo León, tienen liderazgo en la atracción de inversión de la industria aeroespacial.

Esto da pie a considerar algunos resultados que también son muy palpables a nivel de entidades. Por ejemplo, en Querétaro, la demanda anual, tanto de productos como de capital humano, crece a más de 15% anual, mientras que a nivel

---

<sup>175</sup> Banco de México, *Encuesta sobre las Expectativas de los Especialistas en Economía del Sector Privado*, en sitio oficial de Banxico, publicado el 15 de 08 de 2017. Dirección URL: <http://www.banxico.org.mx/informacion-para-la-prensa/comunicados/resultados-de-encuestas/expectativas-de-los-especialistas/%7B0C237E2A-64BD-7C29-E094-0B29F11737CF%7D.pdf> (4 de noviembre 2018)

<sup>176</sup> Maricela López y Silvia Pérez, *Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México...*, Óp. Cit.

<sup>177</sup> ProMéxico, *Plan Órbita...*, Óp. Cit.

<sup>178</sup> Maricela López y Silvia Pérez, *Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México...*, Óp. Cit.

<sup>179</sup> Enrique Jiménez, *México juega en las grandes ligas de la industria aeroespacial*, entrevista Luis G. Lizcano, Revista Airtrade, número 1, julio 2019, México, pp. 8-10.

mundial la industria crece a un ritmo de entre 4 y 5%.<sup>180</sup> Se emplean a 12,000 personas, se encuentran 83 empresas y entidades de soporte de la industria aeroespacial, de las cuales, 52% corresponde a MiPyMEs, mientras que el restante 48% se enfoca en grandes empresas. Las principales áreas de especialidad son manufactura, mantenimiento, reparación, diseño e ingeniería.<sup>181</sup>

Entre 1999 y 2018, México captó 3,388.4 millones de dólares de IED en fabricación de equipo aeroespacial, del cual Querétaro atrajo el mayor monto, con 29%, seguido de Baja California con 19.9%, Chihuahua el 19.1% y Nuevo León con un 14%.<sup>182</sup> Pero estas cifras también revelan brechas internas sobre el nivel de desarrollo de una industria que, aunque opera en 19 estados, se concentra básicamente en cinco, lo que implica el reto de desarrollar a la industria en más partes del territorio nacional.<sup>183</sup>

Estos resultados son, sin duda, dignos de mencionar y reflejan el trabajo que se está haciendo desde las distintas instancias para hacer crecer a la industria aeroespacial. Aunque, algunas de las metas que se plantearon en el *Pro-Aéreo* aún no se logran, comenzando con que el objetivo principal, ya que México no se encuentra en los primeros diez lugares de ventas entre los participantes de la industria aeroespacial en el mundo.

Por lo tanto, es imperioso revisar algunas perspectivas, para conocer cuáles son los retos que aún se deben y se pueden superar, asimismo, cómo se vislumbra el porvenir de la industria, para entender las razones por las que se planteó una segunda versión del *Pro-Aéreo*. En el siguiente apartado se expondrán algunos datos y opiniones de expertos que darán luz sobre el tema y permitirán obtener

---

<sup>180</sup> Viviana Estrella, *Aumenta demanda de personal en industria aeroespacial de Querétaro*, en El Economista [en línea], sección “Estados”, publicada el 18 de septiembre de 2019. Dirección URL: <https://www.economista.com.mx/estados/Aumenta-demanda-de-personal-en-industria-aeroespacial-de-Queretaro-20190919-0001.html> (18 de septiembre 2019)

<sup>181</sup> Viviana Estrella, *Propiciar proveeduría local, objetivo del sector aeroespacial*, en El Economista [en línea], sección “Estados”, publicada el 14 de octubre de 2019. Dirección URL: <https://www.economista.com.mx/estados/Propiciar-proveduria-local-objetivo-del-sector-aeroespacial-20191014-0144.html> (14 de octubre 2019)

<sup>182</sup> *Ibidem*.

<sup>183</sup> Susana González, *Propone Concamin crear red de industria aeroespacial...*, *Óp. Cit.*

algunas consideraciones finales sobre el proyecto y la industria aeroespacial mexicana en general.

### **3.3 Perspectivas globales y nacionales de la industria aeroespacial**

A continuación, se establecerán algunas perspectivas sobre la industria aeroespacial que permitirán reconocer la importancia creciente y la forma en que se proyecta el sector en México, tanto en el futuro inmediato como al mediano plazo. Este análisis se encuentra estrechamente relacionado con el planteamiento del *Pro-Aéreo 2.0*, que representa una actualización, tanto en metas como estrategias, del *Pro-Aéreo 2012-2020*, que fue objeto de análisis en la presente investigación.

El 2.0 está enfocado en los siguientes 20 años de la industria, hasta el año 2038, pero está basado en el desarrollo de los últimos seis años y se plantean las primeras acciones y resultados para el siguiente lustro, por eso se presentarán algunas perspectivas que están en concordancia con lo que se establece en la segunda versión del *Pro-Aéreo*.

Para establecerlas, es imperioso reconocer la tendencia global de la industria, ya que de ésta dependerá la demanda y, por tanto, las necesidades de producción, así como de oferta y demanda de productos y servicios del sector. Asimismo, es un indicativo de los retos que tiene que asumir una economía como la mexicana, que intenta situarse en el *top* diez de la industria.

En Estados Unidos, el actor número uno de la industria aeroespacial y principal país de origen de capital y destino de exportaciones de México, los presupuestos de defensa han ido en aumento desde el comienzo de la presidencia de Donald Trump, por lo que se proyectó un incremento en el gasto para el fortalecimiento del ejército desde inicios el año 2019. A su vez, países de la OTAN también se han centrado en aumentar los presupuestos de defensa para contrarrestar a Rusia y Medio Oriente. Por otra parte, hay un crecimiento en el gasto de defensa de otras naciones, como India, China y Japón, debido a las amenazas

de seguridad permanentes de Corea del Norte.<sup>184</sup> Esto implica que el incremento de las flotas generará una gran demanda de aviones militares de todo tipo, misiles y lanzadores, así como todas las aeropartes y los servicios de mantenimiento consecuentes.

A nivel internacional, los principales fabricantes de aviones tienen previsto, al menos, duplicar el tamaño de la flota para el 2036, es decir, este sector crecerá incluso en épocas de recesión. Asimismo, hay que atender los retos ambientales, desarrollando y produciendo equipos cada vez más amigables con el entorno, por lo que, además de la incorporación de un mayor número de aeronaves, se tiene previsto la renovación de buena parte de las ya existentes.<sup>185</sup>

Por ejemplo, la flota de aviones de Airbus y Boeing es, actualmente, de alrededor de 22 mil equipos; para 2036 existirán más de 43 mil, un crecimiento muy significativo al que se le suman otras 10 o quizás 12 mil unidades que van a reemplazar al parque actual. Cabe señalar también, que todas las aerolíneas mexicanas están invirtiendo en la modernización y ampliación de sus flotas. En 2010, la flota comercial mexicana promediaba 18.5 años de antigüedad, en tiempos del presente trabajo, el año 2018, disminuyó a ocho años. Es un gran avance y debe destacarse que un número significativo de aeronaves cuentan con turbinas más eficientes, de las cuales, algunas partes están hechas en México.<sup>186</sup>

De acuerdo con la tendencia global, por el hecho de que los fabricantes OEM aumenten las tasas de producción, existe el riesgo de que los proveedores TIER 1 y TIER 2 –como México- no puedan afrontar los volúmenes de productividad demandados por los OEM. Para superar este reto, los fabricantes deberán considerar el profundizar su enfoque en el fortalecimiento de la cadena de suministro, en los programas efectivos de gestión y el uso de tecnologías y técnicas avanzadas de manufactura para mejorar la productividad y la eficiencia.<sup>187</sup>

---

<sup>184</sup> De Vuelo [Redacción], *Tendencias globales de la Industria Aeroespacial*, Gaceta “De Vuelo”, gaceta anual 2018-2019, México, pp. 3-6.

<sup>185</sup> Guillermo Máyne, *Bancomext y el vuelo de la industria aeroespacial mexicana...*, Óp. Cit.

<sup>186</sup> *Idem*.

<sup>187</sup> Enrique Jiménez, *México juega en las grandes ligas de la industria aeroespacial...*, Óp. Cit.

La demanda de capital humano en América del Norte sigue en aumento. Aunque esto es un panorama alentador, existe el reto de no ser lo suficientemente competitivo. Tan sólo para el área de servicios MRO, Boeing pronostica que se requerirán de 769 mil mecánicos de aviación para el año 2038, de los cuales, 193 mil se demandarán para la región. Actualmente, México no llega a los 15 mil empleados especializados en esa área, pero aún existe el tiempo para tener al menos 60 mil personas capacitadas más, enfocadas en MRO. Asimismo, no basta con completar el personal necesario, se tienen que elaborar estrategias para mantener en la industria a quienes ya están capacitados, puesto que, al evitar la rotación del personal, las empresas logran reducir los costos de inversión que tienen que hacer en cada uno de sus nuevos empleados y que representan cientos de miles de pesos cada uno.<sup>188</sup>

Al aumentar la demanda de personal en la industria aeroespacial, existen diversos retos. Frente al crecimiento y demanda de la fuerza laboral, el sector requiere absorber sus requerimientos, tales como la retención del capital humano. A este escenario se añade la presión de que México deberá generar la demanda de perfiles que necesita Estados Unidos, ya que ante la entrada en retiro de población activa en el vecino del norte, la industria de dicha nación está empezando a optar por llevar personal formado en México.<sup>189</sup>

Por ejemplo, el vicepresidente de capital humano de MRO Holdings, Sandino Hernández, puntualiza que es un gran reto controlar los niveles de rotación en la industria, problemática que genera costos tanto económicos como organizacionales, ya que instruir a un nuevo elemento requiere de un periodo de dos hasta tres años, aunado a que se invierte 200% del salario anualizado de la persona de recién ingreso. Los desafíos más críticos que enfrenta la industria son la dificultad para atraer y retener talento, los costos y las cargas regulatorias, así como la inconsistencia de la regulación internacional y las restricciones en comercio internacional. Algunas estrategias para revertir esta situación corresponden a

---

<sup>188</sup> Dinorah Becerril, *Contratar el mejor talento y mantenerlo, el desafío de la industria aeroespacial*, Revista Airtrade, número 4, noviembre 2019, México, p. 30.

<sup>189</sup> Viviana Estrella, *Aumenta demanda de personal en industria aeroespacial de Querétaro...*, Óp. Cit.

invertir 3% del tiempo de la jornada semanal en el desarrollo profesional, generar un equilibrio entre trabajo y vida, implementar la modalidad de *home office* donde sea factible y mejorar la supervisión.<sup>190</sup>

México se inserta como proveedor para los OEM, por lo tanto, los planes deben de enfocarse en su fortalecimiento para la cadena de proveeduría. La FEMIA, desde su propia formación, se ha planteado impulsar al ecosistema de proveedores para la industria aeroespacial de alto impacto en el país, a través del fomento a la cultura orientada al reconocimiento de la industria aeroespacial en todos los niveles de la cadena.

En el 2018, la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) a través de su Programa *TechBA*, junto con la FEMIA, el Centro Nacional de Metrología (CENAM), el Comité Nacional de Productividad (CNP), la Secretaría de Economía y el extinto Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), establecieron una serie de objetivos, como acciones que deben tomar forma para alcanzar el fortalecimiento de la cadena de proveeduría, que incluyen:

- i. Aplicar una metodología estructurada con herramientas de diagnóstico y análisis, para taxonomizar la oferta existente en las empresas actuales y potenciales de integrarse a la cadena de valor de la industria.
- ii. Interacción directa personalizada con empresas y actores relevantes, mediante entrevistas y aplicación de instrumentos como cuestionarios de desarrollo y atracción de proveedores de OEM aeroespaciales globales.
- iii. Identificar las capacidades y vocaciones con las que cuenta el sector aeroespacial en México, y de qué manera se genera la satisfacción de las necesidades de las empresas grandes, además de mostrar las necesidades actuales de las empresas dependiendo del tamaño de estas, para motivar a la integración sobre la importancia de esta industria y observar su impacto.
- iv. Definir un programa de acciones de fortalecimiento para empresas categorizadas con alto, medio e incipiente potencial de crecimiento, a través de procesos de alistamiento técnico y aceleración comercial, para mejorar sus

---

<sup>190</sup> *Idem.*

capacidades gerenciales y productivas, llevarlas a un crecimiento en su calidad y sus ventas, así como facilitarles el acceso a mercados locales y globales.

- v. Integrar y presentar ante a autoridades y actores clave toda la información de cruce para toma de decisiones (oferta y demanda), en una plataforma informática integral, de tal forma que sea replicable, vigente y versátil.<sup>191</sup>

Una vez aplicadas estas acciones, las consecuencias esperadas en el mediano-largo plazo se pueden resumir en:

- ❖ Conocimiento detallado de las áreas y brechas de oportunidad en empresas potencialmente preparadas para insertarse en la cadena productiva.
- ❖ Incrementar la cadena productiva de la industria aeroespacial en México, particularmente proveedores TIER 2 y 3.
- ❖ Estrategias efectivas que contribuyan al desarrollo y/o cumplimiento de políticas públicas para inserción de empresas identificadas en la cadena de valor.
- ❖ Actividades fortalecidas en temas de calidad, capacidades, negocios y finanzas en empresas potenciales a integrarse en la cadena de suministro de la industria aeroespacial.<sup>192</sup>

Una ventaja que puede tener México es el bono demográfico, a pesar de que el actual nivel de rotación de personal es todavía muy elevado. A diferencia de otros países, eso puede ser aprovechado si se incorporan las mejores prácticas educativas. Como ya se mencionó, resulta alentador que, en diversos estados, como Querétaro, Chihuahua, Sonora y Baja California, las instituciones superiores y medio superiores, ofrezcan programas académicos enfocados en la industria aeroespacial, sumados a la tradición ingenieril del IPN y la nueva carrera de Ingeniería Aeroespacial de la UNAM.<sup>193</sup>

---

<sup>191</sup> TechBA, *Investigación aplicada al desarrollo de mejores herramientas de apoyo para impulsar al ecosistema de proveedores para la industria aeroespacial de alto impacto en México*, documento de la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia, Programa TechBA, México, 2018, p. 17.

<sup>192</sup> *Idem*.

<sup>193</sup> Patricia López, *La UAT, a la Federación Internacional de Astronáutica*, Gaceta UNAM, sección "Academia", publicado el 3 de junio de 2019. Dirección URL: <https://www.gaceta.unam.mx/la-uat-a-la-federacion-internacional-de-astronautica/> (3 de junio 2019)

De acuerdo con Pascal Labelle, directivo de Bombardier en México, al examinar el ritmo y la velocidad de producción dentro de la industria aeroespacial “hace falta un mayor número de técnicos especializados en la materia”. Por eso, voces como la de Enrique Ku Herrera, director del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) y del director de la FEMIA, Luis Lizcano, han señalado que es indispensable cimentar las habilidades de los jóvenes con el fin de que se puedan desarrollar en diversos sectores, lo que les permitirá ser altamente competitivos.<sup>194</sup> Por lo tanto, se contempla que en los próximos años se generen más oportunidades educativas y de capacitación enfocadas la industria, nuevas carreras técnicas y especializaciones para tener capital humano calificado, tanto para mantenimiento y manufactura, como para diseño, desarrollo e innovación aeroespacial.

Asimismo, deben continuar las alianzas estratégicas entre entes públicos y privados, la colaboración *multi stakeholder* continúa con perspectivas positivas, por lo que deben reforzarse los esfuerzos para que la colaboración sea más profunda y constante. Basta el ejemplo de la alianza estratégica entre el colectivo de empresarios Clúster MX Space y el Clúster Aeroespacial de Baja California, que se consolidará a mediados del año 2019, con el objetivo de atraer inversión para crear empleos y alcanzar a desarrollar proyectos innovadores de alta tecnología; como lograr el lanzamiento de al menos 10 femtosatélites (miniaturizados y con menos de 100 gramos de peso) para finales del 2020, con tecnología mexicana y desarrollados en Ensenada, Baja California, por la empresa Thumbsat México. Así como impulsar la producción de satélites para distintos servicios, operaciones espaciales, puertos de lanzamiento de Nanosatélites, recepción y transmisión de datos, y entrenamiento de personal especializado.<sup>195</sup>

---

<sup>194</sup> Salma Domínguez, *México debe priorizar la educación aeronáutica y aeroespacial: FEMIA*, en revista A21, México, publicado el 25 abril 2019. Dirección URL: <https://a21.com.mx/aeronautica/2019/04/25/mexico-debe-priorizar-la-educacion-aeronautica-y-aeroespacial-femia> (25 de abril 2019).

<sup>195</sup> Manufactura [Redacción], *Empresarios validan confianza en México para impulsar industria espacial*, revista “Manufactura MX”, México, publicado 9 de marzo de 2019, Dirección URL: [https://manufactura.mx/industrias/2019/07/09/empresarios-validan-confianza-en-mexico-para-impulsar-industria-espacial?fbclid=IwAR0yd2tR\\_x6XSUzezHWEnvl\\_2s2tYX8523XANoB-\\_BrgqQrcW2Caj4sXzY](https://manufactura.mx/industrias/2019/07/09/empresarios-validan-confianza-en-mexico-para-impulsar-industria-espacial?fbclid=IwAR0yd2tR_x6XSUzezHWEnvl_2s2tYX8523XANoB-_BrgqQrcW2Caj4sXzY) (9 de marzo 2019)

Por otra parte, como ya se ha apuntado, el sector aeroespacial se ha consolidado en varias regiones del país, pero sólo 30 de las más de 350 empresas que lo componen son mexicanas. Por tal motivo, vale destacar el análisis de Frédéric García, ex-CEO de Airbus México, quien considera que se requieren tres pilares, que ya se han probado exitosamente en otros países, para consolidar a una industria aeroespacial con la mayor parte de capital nacional:

- a) Un sector de defensa muy involucrado para invertir a muy largo plazo y en forma arriesgada en investigación y desarrollo aeroespaciales.
- b) Tener un triunfador local, como Airbus en Europa, Boeing en Estados Unidos, Embraer en Brasil y Bombardier en Canadá, que aliente al resto de las empresas.
- c) Un programa estructurante. La industria en México se ha desarrollado por factores exógenos más que por factores internos y, en consecuencia, muy pocos mexicanos han invertido en esta industria, que no cuenta todavía con política de estado, con visión de futuro. Por eso se debe trabajar en establecer políticas industriales de largo plazo que incluyan la actividad aeroespacial entre las prioritarias.<sup>196</sup>

Considerando distintos análisis de especialistas en el tema y los resultados de las acciones implementadas desde el año 2012 en el marco de Pro-Aéreo, se decidió hacer una valoración. A finales del año 2017, la SE y la FEMIA, realizaron una revisión del *Pro-Aéreo 2012-2020* para replantearlo, eso significaba conservar lo que se había ejecutado de forma correcta, pero ajustando lo que se podía mejorar. El llamado *Pro-Aéreo 2.0* implica una visión con una perspectiva a futuro de la industria, que busca ampliar la visión del plan inicial, pero con las circunstancias y el conocimiento con los que se cuenta actualmente.<sup>197</sup>

Luis Lizcano, director general de la FEMIA, dijo que algunas de las principales distinciones entre el primer Programa y el segundo, es que las estrategias “son más específicas y detalladas, acorde a las diferentes regiones de desarrollo que México

---

<sup>196</sup> César Guerrero y Miguel Ramírez, *Políticas industriales para crecer, incluir y competir...*, Óp. Cit.

<sup>197</sup> Jorge Castellanos, *Plan Pro-Aéreo 2.0: nueva ruta, mismo destino*, en revista A21, México, publicado 7 de septiembre de 2017. Dirección URL: <https://a21.com.mx/aeronautica/2017/09/07/plan-pro-aereo-20-nueva-ruta-mismo-destino> (7 de septiembre de 2017)

tiene ahora, para seguir sosteniendo el paso de crecimiento en el ritmo de actividad.”<sup>198</sup> Para lograrlo, se considera que el escenario ideal de desarrollo involucre a todas las compañías ya establecidas, sea cual sea su tamaño en la cadena de valor y su país de origen; en este tenor, se prevé la incorporación de cada vez más MiPyMEs mexicanas.<sup>199</sup>

La FEMIA calcula que, con el reforzamiento que representa el *Pro-Aéreo 2.0* en la actividad de la industria, las exportaciones del sector aeroespacial mexicano podrían crecer de 8,500 millones de dólares en el año 2018, a 12,000 millones de dólares para finales del 2020, alcanzando el objetivo principal, estar entre los primeros diez países proveedores de la industria aeroespacial a nivel mundial.<sup>200</sup>

Estas perspectivas representan una visión integral, dan una visión positiva sobre el futuro al corto, mediano y largo plazo del sector a nivel global y nacional, aunque no redundan en optimismo, sino que reconocen los retos y debilidades que se necesitan trabajar. Además, no se quedan en el diagnóstico, también conciben propuestas interesantes sobre las decisiones, estrategias y acciones que deben generarse e implementarse en México, para alcanzar el nivel de desarrollo que le permita al país ser un actor preponderante de la industria aeroespacial en el mundo.

Luego de consultar las acciones, resultados y perspectivas, a continuación, se plantean algunas consideraciones finales sobre la implementación y valoración del *Pro-Aéreo*, donde se incluyen algunos puntos a manera de conclusión y propuestas de solución sobre algunos de los desafíos que ya se han analizado.

### **3.4 Consideraciones finales**

Al analizar los alcances de las acciones que se han llevado a cabo a nivel nacional para la industria aeroespacial, se pudieron identificar tanto los resultados positivos como las necesidades que se tienen que cubrir con gestiones posteriores, por lo

---

<sup>198</sup> *Idem.*

<sup>199</sup> *Idem.*

<sup>200</sup> Rosario Taracena, *Completar la cadena de valor: el reto en aeroespacial*, en PF-Mx, México, publicado 1 de abril de 2019. Dirección URL: <https://www.pf-mex.com/articulos/completar-la-cadena-de-valor-el-reto-en-aeroespacial-?fbclid=IwAR0fSD1UY9iWyiSK0Fzr1ft3ll4ImRWa9SV67mRc7V1uDeFVbeHs8kZRMWo> (1 de abril 2019)

que se presentan las siguientes consideraciones, a manera de análisis y propuestas que pueden coadyuvar en el logro de los objetivos que se han planteado las instancias y los distintos actores para los próximos años, con el propósito principal de consolidar el desarrollo de la industria en México y entrar entre los diez países más importantes a nivel global.

Es propio comenzar desde lo más general, por lo que es pertinente hacer observaciones sobre las medidas estructurales que deben adoptarse desde los más altos niveles del país. En los distintos foros de la industria, los especialistas suelen recalcar la necesidad de una política aeroespacial del Estado mexicano, es decir, es imperioso establecer una estrategia a nivel macro, acompañada de un marco jurídico y reglas de operación para impulsar al sector.<sup>201</sup>

A pesar de sus ventajas geográficas, demográficas y de infraestructura física, institucional y educativa, México ha sido reactivo en la industria. Ha dependido de las presiones externas o eventos de tensiones coyunturales internos, esto dejará de suceder cuando se tenga una política sólida en el subsector, que dote de rumbo a las actividades del Estado y de los particulares, en todo lo relacionado a la actividad aeroespacial.<sup>202</sup>

El ascenso de la industria aeroespacial mexicana, del que se ha señalado en la presente investigación, demuestra que es posible aplicar una política visionaria a largo plazo, que garantice la eficiencia y competitividad, con un marco que aliente a la inversión público-privada, otorgando bases financieras, apostando a la capacitación del personal que participa directa e indirectamente en todas las actividades de la industria para alcanzar el nivel de desarrollo planteado a corto, mediano y largo plazo.

Esto incluiría adecuar la legislación nacional sobre el desarrollo aeroespacial en concordancia con las disposiciones comerciales nacionales y los acuerdos internacionales, como el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), el Tratado de Libre Comercio entre México y la Unión Europea (TLCUEM) o el

---

<sup>201</sup> Rogelio Rodríguez, *México Necesita Una Política Sobre Aeronáutica*, Revista Panorama, México, agosto 2019, pp. 12-14.

<sup>202</sup> *Idem*.

Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica (TPP). Asimismo, se necesita una línea de política o una base para negociar en cuestión de exportaciones de productos o servicios, de importación de insumos o en desarrollo e intercambio de tecnología. También se requieren decisiones adyacentes a la industria, por ejemplo, la creación de infraestructura portuaria, la consolidación de los procesos logísticos y, sobre todo, las garantías de seguridad para los inversionistas.

Este último punto es sumamente relevante, ya que no servirá de mucho fortalecer las capacidades, invertir en mejor capacitación o certificaciones, si los accionistas, nacionales o extranjeros, pierden la confianza debido a los altos niveles de inseguridad, corrupción e impunidad que imperan en México. Por ejemplo, la corrupción se percibe a nivel global como una distorsión a la libre competencia, que termina afectando a todos, sin importar que desarrollen la mejor tecnología o los productos y servicios de la más alta calidad, lo que resta competitividad a un país. Cabe mencionar que, de acuerdo con varios indicadores, el costo de la corrupción puede representar hasta 10% del PIB.<sup>203</sup>

A la par de estas acciones, los actores más involucrados en el desarrollo del sector deben continuar con los esfuerzos coordinados en todos los niveles, para aplicar las líneas estratégicas planteadas en el *Pro-Aéreo* y *Pro-Aéreo 2.0*. Entre éstas, se debe continuar buscando mayor número de inversionistas, pero no sólo eso, sino diversificarlos, es decir, dejar de concentrarse en la inversión de los países de América del Norte y lograr atraer capitales desde otras latitudes.

Para diversificar la participación de los inversionistas extranjeros en la industria aeroespacial mexicana, la FEMIA ya trabaja en convencer a los accionistas de países como China, Francia, Alemania o España, de que México es la mejor opción para construir y abrir una planta de fabricación de partes y componentes de avión y cohetes. Mostrando las bondades del país en ferias internacionales, un trabajo que realizaba ProMéxico hasta que dejó de existir a finales del 2018, pero que continuará por los medios de la Federación.<sup>204</sup>

---

<sup>203</sup> César Guerrero y Miguel Ramírez, *Políticas industriales para crecer, incluir y competir...*, Óp. Cit.

<sup>204</sup> Enrique Jiménez, *México juega en las grandes ligas de la industria aeroespacial...*, Óp. Cit.

Asimismo, para no depender de los recursos centralizados del gobierno federal, se tiene que seguir sumando e involucrando a los gobiernos estatales, porque son los que apoyan a las empresas para que puedan operar fácilmente en cada entidad y que tienen un enlace más directo y cercano. Sobre todo, para las MiPyMEs de reciente creación o pequeños capitales, que proveen algún servicio o producto a empresas más grandes, aumentando su probabilidad de consolidación.

En cuestiones más específicas y técnicas, debido a la exigencia, no sólo de volúmenes de producción que se avecinan, sino del nivel de calidad que se requiere en la cadena de valor de la industria aeroespacial, es indispensable trabajar en generar proveedores especializados y con la capacidad de producción para satisfacer la demanda, así como reforzar a los proveedores ya existentes. Pero se tienen que dar pasos acelerados, porque la integración de nuevos proveedores, así como la capacitación y certificación de los que ya están integrados, debe mostrar resultados en el corto-mediano plazo de lo contrario, las empresas tractoras y Tier 1 buscarán sus proveedores en países asiáticos, donde la integración de la cadena de proveeduría de la industria cuenta con una estrategia más agresiva y eficiente<sup>205</sup>.

Los especialistas en el tema señalan algunas propuestas, con las que se pueden reforzar las capacidades y reducir las brechas entre los distintos tipos de proveedores de la industria aeroespacial que existen en México:

- Acercamiento personalizado con grandes empresas que demanden altos volúmenes de TIER 2 y de servicios MRO.
- Acompañamiento permanente por parte de OEM y/o TIER 1 interesadas en su oferta, con el fin de prepararlas para reducir, en la medida de lo posible, su proceso de integración o crecimiento en la cadena.
- Clasificación de tipos de empresas y tabuladores, basados en tamaños de las empresas y volúmenes de producción para encontrar rápidamente los proveedores a la demanda específica de las OEM o TIER 1.

---

<sup>205</sup> Silvia Ortíz, *Compradores de aeroespacial sin respuesta de proveedores locales*, en Vanguardia Industrial, publicado el 14 de noviembre de 2018. Dirección URL: <https://www.vanguardia-industrial.net/compradores-de-aeroespacial-sin-respuesta-de-proveedores-locales/> (1 de diciembre 2019)

- Promover la oferta de servicios y/o productos (a nivel nacional e internacional) que ofrecen las empresas que ya cuentan con clientes en el sector.
- Participación de todos los tamaños de empresas (MiPYMEs) en ferias nacionales e internacionales de forma estructurada y sistemática, teniendo como foro principal a la FAMEX, pero también cuando se realicen eventos de exposición en las entidades y apoyarlas para presentarse en otros países, principalmente en Estados Unidos, Canadá, Medio Oriente, Europa y China.
- Integración en programas de diseño, ingeniería y desarrollo tecnológico en productos y procesos.
- Trazado de productos y servicios demandados, a manera de catálogo, así como oportunidades de negocio sobre los mismos en el mediano y largo plazo.
- Acompañamiento permanente en procesos de certificación y generación de estándares para detectar debilidades y oportunidades de mejora.
- Desarrollar un plan de sensibilización y cultura aeroespacial en general, tanto en *hard* como en *soft skills*.
- Promover la integración y colaboración entre empresas similares con objetivos afines.<sup>206</sup>
- Es muy importante incrementar la capacidad de ingeniería, pasar de la manufactura al diseño. Hay espacio para que empresas mexicanas puedan invertir en laboratorios de ingeniería de diseño, como lo han demostrado la instalación de los Centros de Innovación en Querétaro o Baja California.
- Existe un espacio de oportunidad, poco explorado hasta el momento, en aquellas regiones donde ya existen clústeres automotrices consolidados, que ya cuentan con infraestructura e instituciones con tradición en la ingeniería y la formación de técnicos, así como con experiencia en sistemas de certificación internacional.<sup>207</sup>

---

<sup>206</sup> TechBA, *Investigación aplicada al desarrollo de mejores herramientas de apoyo para impulsar...*, Óp. Cit.

<sup>207</sup> César Guerrero y Miguel Ramírez, *Políticas industriales para crecer, incluir y competir...*, Óp. Cit.

Éstas son propuestas extraídas como consideraciones finales, después de todo lo examinado en el presente trabajo de investigación, tomando en cuenta el análisis, sugerencias de especialistas en el tema y mi experiencia profesional en el sector.

Una vez establecidos todos estos planteamientos, se tienen los elementos para generar algunas conclusiones sobre la investigación, donde se plasmarán una serie de valoraciones que pudieron constatarse durante el desarrollo de la presente investigación.

## **Conclusiones**

Se ha podido constatar a lo largo de este escrito que la industria aeroespacial está estrechamente vinculada con las Relaciones Internacionales ya que engloba diversos factores sociales, económicos, geopolíticos, tecnológicos y de cooperación que permiten al ser humano interconectarse dentro y fuera de la atmosfera terrestre.

Se ha comprobado también que, en el corto plazo, la industria aeroespacial continuará creciendo aceleradamente por lo que será imprescindible que México se mantenga dentro de este entorno competitivo mediante el desarrollo y aplicación de políticas industriales que permitan que los actores ya consolidados y los que se encuentran en vías de consolidación puedan cumplir con todos los estándares que esta industria exige. Asimismo, el fortalecer la marca-país en eventos internacionales relacionados con el sector es una tarea fundamental para poder atraer inversión extranjera directa al país.

Paralelamente, es menester que México esté a la vanguardia en temas que a futuro serán un pilar de la industria aeroespacial, como son la industria 4.0, el *blockchain*, la inteligencia artificial, la manufactura con impresión 3D, la capacitación y procesos en realidad aumentada y realidad virtual, las vulnerabilidades en informática y seguridad, y el desarrollo de drones. Este último es un nicho de oportunidades de niveles colosales en el que México podría consolidarse como potencia mundial.

Reforzar el capital humano especializado en la industria es aún uno de los grandes retos con los que México se enfrenta por lo que será necesario incentivar a los jóvenes a incursionar en el sector para contar con una gran plantilla de personal altamente capacitado para llevar a cabo la integración de la cadena de proveeduría de forma adecuada y demostrar confianza entre los inversionistas y compradores.

Adicionalmente, es imperioso que empresas que cuentan con procesos similares de calidad y estricto apego a normas y certificaciones incursionen o migren a la cadena de valor del sector para desarrollar oportunidades de negocio y satisfacer las necesidades prioritarias de las empresas tractoras. Estos sectores son principalmente el automotriz, el de plásticos, el metalmecánico, el electrónico, el de dispositivos médicos, entre otros. Para ello, es preciso que la FEMIA (a través de su Programa de Desarrollo de Proveedores), la FAMEX, los clústeres, los gobiernos estatales, así como las instituciones federales, trabajen en estricta coordinación para contar con la información y conocimientos necesarios una vez que los OEMs y TIER 1 principalmente, cuenten con oportunidades en las que México pueda participar.

En el ámbito jurídico, las instituciones relacionadas con el sector deberán evaluar la conveniencia de proponer al gobierno federal que en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (posiblemente en su Art. 28) se considere a la industria aeroespacial como una actividad prioritaria para acceder más fácilmente a programas y subsidios otorgados por el Estado.

Finalmente, México a través de la cooperación entre todos los actores involucrados en el sector, se encontrará listo para enfrentar los retos y oportunidades que se presenten a corto, mediano y largo plazo para así poder lograr las metas establecidas en el *Pro-Aéreo 2012-2020* y *Pro-Aéreo 2.0*.

## Fuentes de consulta

### Bibliografía

- Airbus, Global Market Forecast 2017-2036 “Growing horizons”. En Pro-Aéreo 2.0, p 12.
- Ayuntamiento de Barcelona, Industria Aeroespacial. Informe sectorial 2013, Barcelona, España, 2013.
- Buck Cameron, La Industria Aeroespacial, en “Construcción y mantenimiento aeroespacial”, Enciclopedia De Salud y Seguridad en el Trabajo, editado por OIT, Tomo III, 2001, p. 90.3.
- Christophe Carrincazeaux y Vincent Frigan, The internacionalisation of the French aerospace industry: to what extent were the 1990’s a break with the past?, Revista “Competition and Change”, Vol. 11, No. 3, septiembre de 2007, pp. 747-758.
- CINVESTAV, White paper: Satélites, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México, 2015.
- Congreso de la Unión y SEDENA, Fuerza Aérea Mexicana. La aviación militar. Un siglo de historia (1915-2015), en Hernández G. R., “Origen de la aviación militar en México”, México, 2015.
- Consultores Internacionales S.C., Identificación de Capacidades Tecnológicas Nacionales de la Cadena de Valor del Sector Aeroespacial, Estudio elaborado para FEMIA, 2011, México.
- De Vuelo [Redacción], Tendencias globales de la Industria Aeroespacial, Gaceta “De Vuelo”, gaceta anual 2018-2019, México, pp. 3-6.
- Departamento de Comercio de Estados Unidos.
- Dinorah Becerril, Contratar el mejor talento y mantenerlo, el desafío de la industria aeroespacial, Revista Airtrade, número 4, noviembre 2019, México, p. 30.
- Enrique Jiménez, México juega en las grandes ligas de la industria aeroespacial, entrevista Luis G. Lizcano, Revista Airtrade, número 1, julio 2019, México, pp. 8-10

- Fernando Samperio, Indicios de escalamiento productivo y laboral en la industria aeroespacial en México (2004-2016) y en casos intraempresa en Querétaro, Tesis, UNAM/FE, México, 2018, p. 71.
- IATA, Technology Roadmap 4th Edition, Asociación de Transporte Aéreo Internacional, junio 2013.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Colección de estudios sectoriales y regionales, Conociendo la Industria aeroespacial, México, 2018
- Raúl Nava Amezcua, Los altos vuelos de la aviación militar, en “Fuerza Aérea Mexicana: más de cien años de historia. Relatos e Historias en México”, año VIII, México, 2016, pp. 1-17.
- Rodrigo Nava Amezcua, Historia de la industria aeroespacial en México y su vínculo con la aeronáutica, Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, septiembre-octubre de 2016, México, pp. 17-25.
- Rogelio Rodríguez, México Necesita Una Política Sobre Aeronáutica, Revista Panorama, México, agosto 2019, pp. 12-14.
- Secretaría de Economía, DGIPAT, con información de clústeres 2016.
- Secretaría de Economía, Perspectivas del Sector Aeroespacial, México, 2013, p. 5.
- Secretaría de Economía, Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial-Pro-Aéreo 2.0, gobierno de México, 2017, p. 4.
- Secretaría de Economía-FEMIA, Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial-Pro Aéreo 2012-2020, gobierno de México-Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, 2012, p. 4.
- SEDENA y SEMAR, El desarrollo de la aviación durante las operaciones militares de la Revolución Mexicana, en Perea J.R., “Las fuerzas armadas en la Revolución Mexicana”, México, 2013.
- TechBA, Investigación aplicada al desarrollo de mejores herramientas de apoyo para impulsar al ecosistema de proveedores para la industria aeroespacial de alto impacto en México, documento de la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia, Programa TechBA, México, 2018, p. 17.

## Fuentes electrónicas

- ABC [Redacción], El día que Rusia llegó a la Luna, Sección “Ciencia”, publicado 21 de octubre de 2010. Dirección URL: <https://www.abc.es/20101021/ciencia/rusia-llego-luna-201010211136.html>
- Agencia Espacial Mexicana, ¿Qué hacemos?, Gobierno de México, sin fecha de publicación, México. Dirección URL: <https://www.gob.mx/aem/que-hacemos>
- Airbus, What we do, página oficial de Airbus, 2018. Dirección URL: <https://www.airbus.com/company/we-are-airbus.html#What>
- Alberto Braniff y Joaquín de la Cantolla y Rico en un globo aerostático. Fuente: Mediateca INAH. URL: <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia%3A448440>
- Anna Martí, 17 tecnologías y productos que tenemos gracias a la carrera espacial: desde energía solar hasta fruta deshidratada, publicado el 14 de julio de 2017. Dirección URL: <https://www.xataka.com/espacio/17-tecnologias-y-productos-que-tenemos-gracias-a-la-carrera-espacial>
- Antonov, About company, Página oficial de Antonov, 2018, Dirección URL: <https://www.antonov.com/en/activity>
- Astromia, Exploración del espacio, 2018. Dirección URL: <https://www.astromia.com/solar/exploracion.htm>
- Aviation Safety Network (ASN), Dirección URL: [https://verne.elpais.com/verne/2018/01/02/articulo/1514883662\\_930442.html](https://verne.elpais.com/verne/2018/01/02/articulo/1514883662_930442.html)
- AVIC, Overview, página oficial de AVIC, 2018. Dirección URL: <http://enm.avic.com/aboutus/overview/index.shtml>
- Banco de México, Encuesta sobre las Expectativas de los Especialistas en Economía del Sector Privado, en sitio oficial de Banxico, publicado el 15 de 08 de 2017. Dirección URL: <http://www.banxico.org.mx/informacion-para-la-prensa/comunicados/resultados-de-encuestas/expectativas-de-los-especialistas/%7B0C237E2A-64BD-7C29-E094-0B29F11737CF%7D.pdf>

- BBC Mundo [Redacción], Cronología de la exploración espacial, “Ciencia y Tecnología”, 16 julio de 2009. Dirección URL: [https://www.bbc.com/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/07/090714\\_luna\\_timeline\\_mes](https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/07/090714_luna_timeline_mes)
- Bloomberg, Commercial Aircraft Corp Of China Ltd, sección “Profiles”, 2018. Dirección URL: <https://www.bloomberg.com/profiles/companies/CACOFZ:CH-commercial-aircraft-corp-of-china-ltd>
- Boeing, La Historia de Boeing, en página oficial de Boeing, Estados Unidos, 2018. Dirección URL: <https://www.boeing.es/acerca-de-boeing/la-historia-de-boeing.page>
- Boeing, Líder Aeroespacial Global, en página oficial de Boeing, Estados Unidos, 2018. Dirección URL: <https://www.boeing.es/acerca-de-boeing/lider-aeroespacial-global.page>
- Bombardier, About US, página oficial de Bombardier, 2018. Dirección URL: <https://www.bombardier.com/en/about-us.html>
- Características de los satélites “Morelos I” y “Morelos II”. Fuente: Blanca Rebollar, Historia de los satélites mexicanos. URL: <https://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=262>
- Catherine Jewell, Embraer: Gigante aeronáutico y empresa pionera del Brasil, en Revista de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, número 6/2017, publicada en diciembre de 2017. Dirección URL: [https://www.wipo.int/wipo\\_magazine/es/2017/06/article\\_0003.html](https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/06/article_0003.html)
- Cecilia Kühne, Arriba y sostenido por sí mismo, en El Economista, sección “Escrituras ciudadanas”, publicado el 11 de junio de 2017, México, Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Arriba-y-sostenido-por-si-mismo-20170611-0080.html>
- César Guerrero y Miguel Ramírez, Políticas industriales para crecer, incluir y competir, Revista de Comercio Exterior, entrevista con Frédéric García, sin fecha de publicación. Dirección URL: <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=884&t=politicas->

industriales-para-crecer-incluir-y-competir&fbclid=IwAR0-

AbTCu3GBUmGdG0fplrPoRwzXKWY\_qwTBUH3npBAyKxBUV4eM-1usjws

- China Daily [redacción], Exploiting earth-moon space, publicado el 8 de marzo de 2016, China. Dirección URL: [http://global.chinadaily.com.cn/china/2016-03/08/content\\_23775956.html](http://global.chinadaily.com.cn/china/2016-03/08/content_23775956.html)
- Deloitte, Global Aerospace & Defense Industry Performance Wrap-up, Estados Unidos, 2010. Dirección URL: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Manufacturing/gx\\_AD\\_industryperformancestudy\\_june2013.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Manufacturing/gx_AD_industryperformancestudy_june2013.pdf)
- Diario Oficial de la Federación, 30 de julio de 2010. URL: <https://www.gob.mx/aem/acciones-y-programas/antecedentes-de-la-aem>
- El País [redacción], EADS pasa a llamarse Airbus y agrupa en una división la defensa y el espacio, sección “Economía”, publicado el 31 de julio de 2013, España. Dirección URL: [https://elpais.com/economia/2013/07/31/agencias/1375253435\\_395810.html](https://elpais.com/economia/2013/07/31/agencias/1375253435_395810.html)
- Emilio Amade, El vuelo que cambió la historia de la aviación, diario El Mundo, sección “Ciencia”, publicada el 23 de marzo de 2016, Madrid. Dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia/2016/10/21/580a348322601d2f7f8b4655.html>
- Enrique de la Madrid Cordero, La industria aeroespacial y el despegue de la productividad en México, Revista de Comercio Exterior, sin fecha de publicación, México. Dirección URL: <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=54&t=la-industria-aeroespacial-y-el-despegue-de-la-productividad-en-mexico>
- Enrique Pacheco et al., Satellite and Space Communications Research in Mexico: Contributions to a National Program, American Institute of Aeronautics and Astronautics, California, 2013. Dirección URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/937b/698dca060732e9f39e2d5f40171825756bdb.pdf>
- ETSIA-UPM (Informe anual), Estructura de la Industria Aeroespacial, Administración de Empresas y Estadística/Universidad Politécnica de Madrid, Informe anual, 2011, España. Dirección URL:

[https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/Informe%202006/pdfs/2\\_-%20Estructura.pdf](https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/Informe%202006/pdfs/2_-%20Estructura.pdf)

- ETSIA-UPM, Informe: La Industria Aeroespacial, Informe del Departamento de Investigación, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos-Universidad Politécnica de Madrid, España, 2013. Dirección URL: <http://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/informe/III.html#III>
- FAMEX, Bienvenidos a FAMEX ¿Quiénes somos?, en sitio oficial de la Feria Aeroespacial México, sin fecha de publicación. Dirección URL: <https://www.f-airmexico.com.mx/>
- FAMEX, La Secretaría de Economía incluye a FAMEX en “Pro-Aéreo 2.0”, en sitio oficial de la Feria Aeroespacial México, publicado el 14 de junio de 2018. Dirección URL: <https://www.facebook.com/feriaaeroespacialmexico/posts/2136714649877153>.
- FEMIA, Inicio, Página oficial de la FEMIA, 2017. Dirección URL: <http://femia.com.mx/index.php>
- Fernando González, México: Un País que Vuela Alto en la Industria Aeroespacial, Revista Comercio Exterior, recuperado el 15 de agosto de 2017. Dirección URL: <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php>
- Francisco Cabrillo, Hermanos Wright, ¿el suyo fue el primer avión de la historia?, Revista “Expansión”, fecha de publicación 25 de julio 2017, Madrid. Dirección URL: <http://www.expansion.com/directivos/2017/07/25/59763be2ca4741c9608b45c9.html>
- Gabriela Martínez, Inversión en proyectos de desarrollo tecnológico, en periódico El Economista [en línea], sección “Estados”, México, publicada el 1 de febrero de 2018. Dirección URL: <https://www.economista.com.mx/estados/BC-desarrolla-centros-de-investigacion-aeroespacial-20180201-0158.html>
- Guillermo Máñez, Bancomext y el vuelo de la industria aeroespacial mexicana, entrevista con Eduardo Muñiz Juárez, en línea sitio oficial Bancomext, México, sin fecha de publicación. Dirección URL: <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=878&t=bancomext-y-el->

vuelo-de-la-industria-aeroespacial-mexicana&fbclid=IwAR3mzEc-  
AbeVreh9qwr6Eh1XUt36AVTMHlbW3wIbkc7P4I3xyZBG-pjXQbg

- Jorge Castellanos, Plan Pro-Aéreo 2.0: nueva ruta, mismo destino, en revista A21, México, publicado 7 de septiembre de 2017. Dirección URL: <https://a21.com.mx/aeronautica/2017/09/07/plan-pro-aereo-20-nueva-ruta-mismo-destino>
- José Ramón Gutiérrez, Propuesta de un modelo integral para la mejora de los procesos de innovación en los clústeres industriales (Modelo INNOVA). Una Aplicación al Clústeres aeroespacial madrileño, Tesis Doctoral, Universidad Antonio de Nebrija, 2012. Dirección URL: <https://www.educacion.gob.es/-teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=OoPrIBg4BLE%3D>
- Lanzamiento del satélite “Morelos III”. Fuente: Excelsior.com.mx, El Morelos 3 acerca al sistema Mexsat a su consolidación: Ruiz, publicado el 2 de octubre de 2015. Dirección URL: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/10/02/1048966>
- Lilia González, Industria Aeroespacial en México presentó crecimiento en sus exportaciones de 11% en el 2018, en periódico El Economista, sección “Empresas”, México, publicada el 14 de enero de 2019. Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Industria-Aeroespacial-en-Mexico-presento-crecimiento-en-sus-exportaciones-de-11-en-el-2018--20190114-0086.html>
- Manufactura [Redacción], Empresarios validan confianza en México para impulsar industria espacial, revista “Manufactura MX”, México, publicado 9 de marzo de 2019, Dirección URL: [https://manufactura.mx/industrias/2019/07/09/empresarios-validan-confianza-en-mexico-para-impulsar-industria-espacial?fbclid=IwAR0yd2tR\\_x6XSUzezHWEnvl\\_2s2tYX8523XANoB-\\_BrgqQrcW2CaJ4sXzY](https://manufactura.mx/industrias/2019/07/09/empresarios-validan-confianza-en-mexico-para-impulsar-industria-espacial?fbclid=IwAR0yd2tR_x6XSUzezHWEnvl_2s2tYX8523XANoB-_BrgqQrcW2CaJ4sXzY)
- Maricela López y Silvia Pérez, Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México, Boletín Científico ESTR, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, publicado 5 de enero de 2018. Dirección URL: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/2970/3035>

- Market Watch [redacción], Military UAV Market Worth \$13.7 Billion by 2026, publicado el 23 de junio de 2016. Dirección URL: <http://www.marketwatch.com/story/military-uav-market-worth-137-billion-by-2026---hale-uavs-and-ucavs-to-account-34-and-29-share-2016-06-23-122034558>
- México Aeroespacial, Sistema Satelital Mexicano (MEXSAT), Página de inicio, publicado el 6 de noviembre de 2016. Dirección URL: <http://mexicoaeroespacial.com.mx/2016/11/06/sistema-satelital-mexicano-mexsat/>
- Patricia López, La UAT, a la Federación Internacional de Astronáutica, Gaceta UNAM, sección “Academia”, publicado el 3 de junio de 2019. Dirección URL: <https://www.gaceta.unam.mx/la-uat-a-la-federacion-internacional-de-astronautica/>
- Pro México, Plan Órbita, en sitio oficial Pro México, Recuperado el 12 de 08 de 2017. Dirección URL: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/plan-orbita-2.0.pdf>
- Ricardo Capilla Vilchis, En 5 años, México entra al top de la industria aeroespacial, en sitio oficial de A21, publicado el 14 agosto 2019. Dirección URL: [https://a21.com.mx/aeronautica/2019/08/14/en-5-anos-mexico-entra-al-top-de-la-industriaaeroespacial?fbclid=IwAR2u0\\_RgJv2JZzhWdSkk\\_2X5PCLlb8MgIS9XncZ1MdG\\_ebGkb5yBW3Qc2QE](https://a21.com.mx/aeronautica/2019/08/14/en-5-anos-mexico-entra-al-top-de-la-industriaaeroespacial?fbclid=IwAR2u0_RgJv2JZzhWdSkk_2X5PCLlb8MgIS9XncZ1MdG_ebGkb5yBW3Qc2QE)
- Roberto Morales, Exportaciones de aeropartes crecieron 12.4% en el 2018, en El Economista [en línea], sección “Empresas”, México, publicada el 24 de abril de 2019. Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Exportaciones-de-aeropartes-crecieron-12.4-en-el-2018-20190425-0002.html>
- Rodolfo Neri Vela, Página oficial, Dirección URL: <http://rodolfonerivela.com/>
- Rojo Ibañez y Callet López, La industria aeroespacial en Europa: innovación tecnológica y reorganización productiva, Proyecto laboratorio industrial UE-Mercosur-Informes sectoriales, 2006. Dirección URL: [http://www.sindlab.org/download\\_up/aeroespacialEuropa.pdf](http://www.sindlab.org/download_up/aeroespacialEuropa.pdf)
- Rosario Taracena, Completar la cadena de valor: el reto en aeroespacial, en PF-Mx, México, publicado 1 de abril de 2019. Dirección URL: <https://www.pf-mex.com/articles/completar-la-cadena-de-valor-el-reto-en-aeroespacial->

?fbclid=IwAR0fSD1UY9iWyiSK0Fzr1fT3ll4lmRWa9SV67mRc7V1uDeFVbeHs8kZR  
MWO

- Salma Domínguez, México debe priorizar la educación aeronáutica y aeroespacial: FEMIA, revista en línea de la industria aeroespacial, sección principal, México, publicada el 25 abril 2019. Dirección URL: <https://a21.com.mx/aeronautica/2019/04/25/mexico-debe-priorizar-la-educacion-aeronautica-y-aeroespacial-femia>
- SCT, Comisión Nacional del Espacio Exterior 1965-1970, Gobierno mexicano-Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, 2011. Dirección URL: [https://liniguez.files.wordpress.com/2011/11/lei\\_cmsionn\\_aespacioext65\\_70.pdf](https://liniguez.files.wordpress.com/2011/11/lei_cmsionn_aespacioext65_70.pdf)
- Secretaría de Economía, Industria Aeronáutica en México, Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología, publicado en junio 2011. Dirección URL: [http://www.economia.gob.mx/files/Industria\\_Aeronautica\\_Mexico.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/Industria_Aeronautica_Mexico.pdf)
- Siglo 21 [Redacción], Anuncian construcción de Centro Nacional de Diseño e Ingeniería para la Industria Aeroespacial, periódico industrial Siglo 21, México, 2018. Dirección URL: <http://siglo21.com.mx/index.php/12-industria-general/3181-anuncian-construccion-de-centro-nacional-de-diseno-e-ingenieria-para-la-industria-aeroespacial>
- Silvia Ortíz, Compradores de aeroespacial sin respuesta de proveedores locales, en Vanguardia Industrial, publicado el 14 de noviembre de 2018. Dirección URL: <https://www.vanguardia-industrial.net/compradores-de-aeroespacial-sin-respuesta-de-proveedores-locales/>
- Sukhoi, The Company, página oficial de Sukhoi, 2018. Dirección URL: <http://www.scac.ru/en/the-company/>
- Susana González, Propone Concamin crear red de industria aeroespacial, en periódico La Jornada [en línea], México, publicado el 14 de enero de 2019. Dirección URL: <https://www.jornada.com.mx/ultimas/economia/2019/01/14/propone-concamin-crear-red-de-industria-aeroespacial-este-ano-9679.html>
- Termosfera, Definición, Dirección URL: <https://www.lifeder.com/termosfera/>

- Tetakawi [Redacción], USA-Mexico Bilateral Aviation Safety Agreement As Of 2012, en sitio oficial Consultora Tetakawi.com, México, publicado 1 de noviembre de 2012. Dirección URL: <https://insights.tetakawi.com/usa-mexico-bilateral-aviation-safety-agreement-as-of-2012>
- The Wordfolio [redacción], Mitsubishi Aircraft Corporation, 2014. Dirección URL: <http://www.theworldfolio.com/company/mitsubishi-aircraft-corporation-mitac/1405/>
- Troposfera, Dirección URL: <https://www.ecured.cu/Troposfera>
- UNAQ [Redacción], Campus Franco Mexicano, en sitio oficial Universidad Aeronáutica en Querétaro, México, sin fecha de publicación. Dirección URL: <https://www.unaq.edu.mx/nosotros/instalaciones/campus-franco-mexicano/>
- UNAQ [Redacción], Historia de la UNAQ, en sitio oficial Universidad Aeronáutica en Querétaro, México, sin fecha de publicación. Dirección URL: <http://www.unaq.edu.mx/nosotros/historia-de-la-unaq/2012-2/>
- Visión Industrial [Redacción], PRO-AÉREO 2012-2020. El programa que impulsa la Industria Aeroespacial en México, Sección “Noticias”, Revista digital, publicado el 6 de septiembre de 2012, México. Dirección URL: <http://www.visionindustrial.com.mx/industria/para-no-perderse/pro-aereo-2012-2020-el-programa-que-impulsa-la-industria-aeroespacial-en-mexico>
- Viviana Estrella, Aumenta demanda de personal en industria aeroespacial de Querétaro, en El Economista [en línea], sección “Estados”, publicada el 18 de septiembre de 2019. Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Aumenta-demanda-de-personal-en-industria-aeroespacial-de-Queretaro-20190919-0001.html>
- Viviana Estrella, Propiciar proveeduría local, objetivo del sector aeroespacial, en El Economista [en línea], sección “Estados”, publicada el 14 de octubre de 2019. Dirección URL: <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Propiciar-proveeduria-local-objetivo-del-sector-aeroespacial-20191014-0144.html>
- Xavier Colás, Rusia enviará una misión tripulada a la Luna en 2029, en El mundo.es, sección “Ciencia”, publicada el 27 de septiembre de 2015, España.

Dirección

URL:

<https://www.elmundo.es/ciencia/2015/10/27/562f55c3e2704e543f8b4647.html>