



**Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**Derramas de conocimiento, capacidades dinámicas y escalamiento en la
cadena global de valor: Pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de
Querétaro**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Doctora en Ciencias de la Administración

Presenta:

Romina Castillo Malagón

Comité Tutor

Tutor principal:

**Dra. María de Lourdes Álvarez Medina
Facultad de Contaduría y Administración**

**Dr. Jorge Armando Juárez González
Facultad de Contaduría y Administración**

**Dra. María Angélica Cruz Reyes
Instituto Politécnico Nacional**

Ciudad Universitaria, abril de 2024.



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 mamá, porque ha y sigue siendo parte fundamental en mi preparación académica y desarrollo profesional, sin su apoyo, comprensión y respaldo no me hubiera sido posible cumplir esta meta. A mi hermano por hacerme sonreír cuando más lo necesitaba, a mi hermana por ser mi cómplice y a mi papá por enseñarme el valor de la disciplina.

A mi Comité Tutor, a la Dra. Lourdes Álvarez por su guía, consejos y paciencia; a la Dra. Angélica por su exigencia, pláticas compartidas y motivarme a ser cada día mejor; al Dr. Jorge Juárez por sus comentarios y bromas; al Dr. Jasso por su apertura y consejos de vida y a la Dra. Farah por su amistad y compartir una de sus pasiones conmigo. A todos ellos, gracias por compartir su tiempo y conocimientos conmigo.

Al Dr. Hugo Buenrostro, la Dra. Paola Vera y la Dra. Hortensia Lacayo por sus consejos y guía desinteresada, por hacerme parte de su equipo de trabajo.

A Ruth, Ángel y Silvia por hacer este proceso menos solitario.

Por último, pero no menos importante, al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología porque sin la beca para estudios de posgrado, hubiera sido imposible para mí dedicarme de manera exclusiva al estudio de un doctorado.

Índice

Resumen.....	7
Introducción	8
Capítulo 1. Planteamiento del problema y metodología de la investigación.....	19
1.1. Diseño de la investigación.....	19
1.1.1. Planteamiento del problema.....	19
1.1.2. Justificación.....	23
1.1.3. Sujeto de estudio, criterios de inclusión y tipo de estudio.....	24
1.2. Diseño metodológico.....	25
2.1.1. Etapa teórica.....	25
2.1.2. Etapa empírica.....	26
Capítulo 2. La industria aeroespacial y su importancia a nivel nacional e internacional.....	32
2.1. Características del mercado.....	33
2.1.1. Actores a nivel internacional.....	39
2.1.2. Normatividad en la industria aeroespacial.....	41
2.2. La industria aeroespacial en el contexto mexicano.....	43
2.4.1. Principales clústeres aeroespaciales en México.....	46
2.4.2. Pequeñas y medianas empresas aeronáuticas mexicanas.....	50
2.4.3. Entrevistas a actores clave de la industria aeroespacial en México.....	51
Capítulo 3. Capacidades dinámicas, derramas de conocimiento y cadena global de valor	58
3.1. Sistemas de innovación.....	58
3.2. Capacidades dinámicas para la generación de innovaciones.....	61
3.2.1. Capacidades de absorción y gerenciales para el aprovechamiento de las derramas de conocimiento.....	65
3.3. Cadena global de valor e importancia de la producción a nivel mundial.....	70
3.4. Variables de estudio y modelo propuesto para análisis de información.....	77
Capítulo 4. Tendencias tecnológicas en la industria aeroespacial y retos que tienen las Pyme para transitar hacia estos cambios	82
4.1. Las cadenas globales de valor de la industria aeroespacial y la participación de la empresas en México.....	82
4.2. Identificación de tendencias analizando la literatura científica y las patentes.....	85
Capítulo 5. El Aeroclúster de Querétaro y la cadena global de valor	102

5.1. Análisis a nivel local	109
5.2. Las pequeñas y medianas empresas con escalamiento: análisis organizacional	116
ETU Especialista en Turbopartes S.A. de C.V. división aeronáutica	118
Elastómeros de Querétaro S.A de C.V.....	120
HYRSA Aerospace maquinados de precisión S. de R.L. de C.V.	122
5.3. Resultados y discusión sobre las pequeñas y medianas empresas con escalamiento en la cadena global de valor	130
Capítulo 6. Estudio de caso adherido: Horizontec y Grupo SSC.....	134
6.1. Establecimiento del contexto mediante entrevistas semiestructuradas	135
6.2. Procedimiento para la recolección de datos.....	138
6.3. Análisis de la información obtenida	138
6.4. Reporte de resultados	138
6.4.1. Horizontec	139
6.4.2. Grupo SSC.....	145
Referencias.....	170
Anexo 1. Matriz de congruencia	186
Anexo 2. Protocolo para el estudio de caso	187
Anexo 3: Guía para la entrevista semiestructurada para actores clave de la industria	192
Anexo 4. Miembros internacionales del Aeroclúster de Querétaro.....	194
Anexo 5. Universidades y Centros de Investigación en materia aeroespacial en el estado de Querétaro	200
Glosario.....	204
Siglas y acrónimos.....	209

Índice de tablas

Tabla 1.	<i>Diseño del estudio de caso para la investigación.</i>	29
Tabla 2.	<i>Estrategia de búsqueda para identificar firmas pertenecientes a la industria aeroespacial</i>	36
Tabla 3.	<i>Firmas de la industria aeroespacial con mayores ganancias operativas en 2019.</i>	36
Tabla 4.	<i>Ensambladoras que lideran la cadena global de valor de la industria aeronáutica.</i>	38
Tabla 5.	<i>Organismos Internacionales asociados a la industria aeronáutica.</i>	39
Tabla 6.	<i>Resumen principales clústeres aeroespaciales en México.</i>	48
Tabla 7.	<i>Resultados entrevistas semiestructuradas a actores clave de la industria</i>	51
Tabla 8.	<i>Variables para análisis en los niveles global y local.</i>	76
Tabla 9.	<i>Variables para análisis a nivel organizacional.</i>	77
Tabla 10.	<i>Proceso de producción de aeronaves y participación de México.</i>	83
Tabla 11.	<i>Principales productos y procesos de la industria aeroespacial en México.</i>	84
Tabla 12.	<i>Códigos de clasificación de patentes para la industria aeroespacial.</i>	90
Tabla 13.	<i>Tabla comparativa tendencias científicas y tecnológicas.</i>	93
Tabla 14.	<i>Grado de madurez de las tecnologías disruptivas de la industria aeronáutica en 2019-2030.</i>	94
Tabla 15.	<i>Comparación: principales productos y procesos de la industria aeroespacial en México y desarrollos tecnológicos.</i>	96
Tabla 16.	<i>Participación de las firmas miembro del Aeroclúster de Querétaro en la CGV.</i>	103
Tabla 17.	<i>Escalamientos de las empresas del Aeroclúster de Querétaro en la cadena global de valor.</i>	109
Tabla 18.	<i>Integrantes del modelo quintuple hélice del Aeroclúster de Querétaro.</i>	110
Tabla 19.	<i>Análisis nivel global y local industria aeronáutica.</i>	115
Tabla 20.	<i>Productos y servicios ETU Aerospace.</i>	117
Tabla 21.	<i>Infraestructura Tecnológica ETU Aerospace 2023.</i>	119
Tabla 22.	<i>Capacidades HYRSA Aerospace.</i>	122
Tabla 23.	<i>Constructos y variables de estudio.</i>	124
Tabla 24.	<i>Clasificación de variables de estudio de acuerdo con su nivel de complejidad.</i>	125
Tabla 25.	<i>Diseño Matriz QFD.</i>	126
Tabla 26.	<i>Actividades desarrolladas por las empresas con escalamiento.</i>	127
Tabla 27.	<i>Factores comunes entre empresas con escalamiento.</i>	128
Tabla 28.	<i>Beneficios de utilizar Ansys.</i>	145

Índice de figuras

Figura 1.	<i>Tipos de estudio de caso según Yin, R. (2018).</i>	28
Figura 2.	<i>Clasificación de la industria desde la perspectiva de las CGV.</i>	33
Figura 3.	<i>Cadena de valor industria aeroespacial por producción.</i>	35
Figura 4.	<i>Localización de clasificación 336410 Fabricación de equipo aeroespacial.</i>	45
Figura 5.	<i>Relación entre variables y constructos.</i>	78
Figura 6.	<i>Distribución de actividades de alto valor en cadenas globales de valor.</i>	82
Figura 7.	<i>Análisis de co-ocurrencia “supply chain” & “aerospace industry” por palabras clave.</i>	86
Figura 8.	<i>Análisis nodo “aerospace industry” (análisis por co-ocurrencia de palabras).</i>	87
Figura 9.	<i>Análisis de nodo “supply chain” (análisis por co-ocurrencia de palabras).</i>	88
Figura 10.	<i>Análisis nodo “aircraft manufacturer” (análisis por co-ocurrencia de palabras).</i>	89
Figura 11.	<i>Patentes registradas “aeronautic” de acuerdo con la Clasificación CIP en 1997 – 2022.</i>	92
Figura 12.	<i>Cadena global de valor de la industria aeroespacial.</i>	102
Figura 13.	<i>Exportaciones partes de aeronaves o de vehículos espaciales y sus vehículos de lanzamiento y vehículos suborbitales (2016 – 2021).</i>	105
Figura 14.	<i>Importaciones partes de aeronaves o de vehículos espaciales y sus vehículos de lanzamiento y vehículos suborbitales (2016 – 2021).</i>	106

Resumen

Se suponía que la llegada de empresas multinacionales a países en vías de desarrollo coadyuvaría en su integración al mercado internacional, obteniendo beneficios que de otra forma no tendrían, como lo son el acceso a conocimientos, mejores prácticas, maquinaria y tecnología. En el caso de la industria aeronáutica mexicana, ha sido ampliamente debatido si la llegada de empresas multinacionales a territorio nacional ha propiciado el crecimiento de dicha industria, esto por la heterogeneidad de las firmas en la cadena global de valor y las características propias de dicho sector donde han quedado rezagadas principalmente las pequeñas y medianas empresas. Por ello, el objetivo de esta investigación es examinar cuáles son los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor. Para cumplir dicho objetivo se estructuró una investigación en dos etapas, en la etapa teórica se realizó la revisión de literatura a través de fuentes secundarias. Se consideraron los marcos teóricos de capacidades dinámicas, sistemas de innovación y cadena global de valor al ser marcos complementarios que ayudan a comprender cómo funciona la industria aeroespacial, cómo se da la inserción y escalamiento de empresas locales en la CGV de esta industria y cómo las Pyme han logrado beneficiarse de su interacción con empresas multinacionales a partir de la absorción de conocimientos, capacidades tecnológicas o la generación de innovaciones. En la etapa empírica se realizaron 15 entrevistas semiestructuradas a actores clave de la industria aeroespacial en México y un estudio de caso adherido con 2 empresas consideradas como excepcionales. Entre los principales hallazgos se encuentran Pyme que han tenido escalamiento, y emprendimientos que evidencian la existencia de derramas de conocimiento. En cuanto a los factores, que permiten a las Pyme beneficiarse de su inserción en la cadena global de valor de la industria aeroespacial se identificó que estos están relacionados con las capacidades gerenciales, de absorción, tecnológicas y del territorio.

Introducción

Durante la década de 1970, el crecimiento económico a nivel mundial que se había mantenido constante desde la Segunda Guerra Mundial se desaceleró, lo que tuvo como consecuencia que a partir de 1980 se implementara un nuevo modelo económico denominado neoliberalismo. Este contempla entre otros aspectos, el retroceso de la intervención del Estado en la economía, la privatización de empresas públicas estratégicas, la desregulación de los flujos de capital financiero y de mercancías; favorece la globalización y el crecimiento de las empresas multinacionales¹ (EMN) las cuales aumentaron de 7 mil a más de 70 mil en tres décadas (Uharte, 2014) y en 2022 se contabilizaron más de 300 millones en todo el mundo. (Bold Data, 2022)

Como parte de su estrategia comercial y de crecimiento, las EMN migraron de países desarrollados a países en desarrollo, en búsqueda de aprovechar las ventajas comparativas que se presentaron ante la desregulación de flujos de capitales y mercancías, la proximidad geográfica con sus compradores finales y el aprovechamiento del capital humano. La relocalización geográfica permitió la creación de espacios industriales especializados en diferentes partes del mundo, conocidos como clústeres, así como la formación de cadenas globales de valor (CGV). (Sturgeon y Memedovic, 2010; Gereffi y Sturgeon, 2013; Gereffi, 2001)

El desempeño de las EMN y los efectos que han provocado en los países en vías de desarrollo ha sido motivo de controversia científica. En primer lugar, se identificó un grupo de investigadores que señalan los beneficios de la llegada de estas empresas a los países en vías de desarrollo, entre los que se encuentran: el impacto positivo en los niveles de productividad, mayor crecimiento económico al generar derramas de conocimiento y acceso a tecnologías a las que no se podría acceder

¹ “Empresas que tienen su sede en un país pero que operan y funcionan de acuerdo con leyes de otros países” (Lilienthal, 1960). Su plan de negocio está centrado en la adaptación de sus productos y servicios a cada mercado local individual.

de otro modo (Blomström y Sjöholm 1998; Sjöholm, 1999; Girma, 2002; Alcácer y Chung, 2003; Blomström y Kokko, 2003; Chudnovsky, et al, 2008).

De acuerdo con este enfoque, los beneficios pueden visualizarse a través de los impactos positivos en la economía local al facilitar que diferentes actores se inserten en la actividad productiva asociada al giro de las EMN, al mejorar los procesos de otras firmas e impulsar emprendimientos en otros sectores económicos. (Matus, Carrillo y Gomis, 2018)

En segundo lugar, se identificaron grupos de investigación que señalan que existe evidencia limitada sobre los beneficios que generan las EMN en los países en vías de desarrollo, ya que mientras más grande es la brecha tecnológica, es menos probable que las empresas de capital nacional cuenten con el capital humano, la infraestructura y el *know how* requeridos (Dutrenit & Fuentes, 2009) para beneficiarse de la llegada de EMN, quedando excluidas especialmente las pequeñas y medianas empresas (Pyme). (Contreras y Carrillo, 2011) Estos autores, señalan también que es difícil determinar los efectos que la llegada de EMN ha tenido en el desempeño macroeconómico del país o en las regiones donde se han establecido. (Dusell, 2003)

En tercer lugar, se encuentran otros autores que señalan que un condicionante para que las empresas locales se beneficien de la llegada de las EMN, a través de las derramas de conocimiento tecnológico y organizativo², son los recursos y capacidades que poseen, en especial las capacidades de absorción, gerenciales, organizacionales y tecnológicas (Kinoshita, 2000; Görg y Greenaway, 2001; Girma y Görg, 2002; Chudnovsky, et al, 2008; Alcácer y Chung, 2003; Dutrénit y Martínez, 2004; Jordaan, 2005; y Marin y Bell, 2006), las cuales, permiten a los directivos

² Fosfuri y Tribo (2005, p. 2 citado en De Fuentes y Dutrenit (2008, p.50) definen las derramas de conocimiento como «flujos involuntarios de conocimiento que se dan cuando parte del conocimiento generado por una organización se derrama de sus límites y se vuelve disponible hacia otras organizaciones».

aprovechar los conocimientos adquiridos para transformar la organización y generar una ventaja competitiva.

Es decir, que las derramas no pueden ser difundidas homogéneamente entre todas las firmas, ya que se requiere de un nivel crítico de conocimientos y capacidades de absorción y por debajo de este nivel las derramas no pueden ser aprovechadas. (Girma, 2002) Aunado a lo anterior, se suma el papel que juegan los directivos de las firmas en los procesos de identificación y captación de nuevas oportunidades estratégicas, incorporando la capacidad de detección y aprovechamiento, para luego transformarse y reconfigurarse según los requerimientos del mercado y las fuerzas competitivas, orquestando los activos tangibles e intangibles de la firma para que puedan generarse innovaciones. (Augier y Teece, 2009)

Para Pietrobelli y Rabellotti (2011) que las empresas locales ingresen a las cadenas globales de valor puede favorecer su desarrollo al tener acceso al conocimientos y mejores prácticas de las multinacionales. Sin embargo, para mantenerse competitivas y eventualmente escalar en los eslabones de la CGV a actividades de mayor valor agregado y mejores utilidades es necesario que lleven a cabo acciones de innovación. Estas actividades de innovación se ven favorecidas por el desarrollo de las capacidades de absorción (Liu, Hu y Kang, 2021) y por los sistemas de innovación de la región en donde operan. Desde esta perspectiva, se considera que tanto el aprendizaje como la innovación son resultado de la interacción de los administradores, el personal y las rutinas que se establecen en las empresas y las organizaciones. (Contreras, 2012)

Con el cambio de modelo económico que inicia en la década de 1980, México se convirtió en una plataforma de producción-exportación al recibir cientos de filiales de las EMN y trabajar inicialmente con las industrias electrónica y automotriz para incluir posteriormente a la aeroespacial. En este sentido, desde la década de 1990 se han implementado múltiples políticas públicas en el nivel federal, estatal y municipal enfocadas a atraer la inversión extranjera directa (IED) de estas EMN

como complemento del capital requerido para impulsar el crecimiento económico y la creación de empleos en el sector industrial.

Con la implementación de estas políticas públicas se esperaba generar un crecimiento y desarrollo de las firmas nacionales (Casalet, 2013) pero algunos estudios encuentran que no se ha cumplido este objetivo. Por ejemplo, Sandoval, Morales y Díaz, (2019); Villarreal, Flores y Pérez (2016) consideran que en esta situación se encuentra la industria aeroespacial al argumentar que la multinacional Bombardier llegó al estado de Querétaro hace 15 años, pero la participación de las empresas mexicanas en dicha industria es considerada como irrelevante, muy pocas han conseguido insertarse en la CGV o escalar para realizar actividades de mayor valor agregado y tener acceso a mayores ganancias.

Otros autores también señalan que las empresas mexicanas que participan en la industria aeroespacial generalmente son proveedores de bienes y servicios de bajo valor agregado. (Hernández, 2015; Vázquez & Bocanegra, 2018) La Fundación México – Estados Unidos para las ciencias (FUMEC, 2019) indicó que más del 90% de las pequeñas y medianas empresas de capital nacional que pertenecen a la industria aeronáutica invierten en actividades de innovación, pero son contadas las empresas que han logrado escalar en dicha cadena o tener escalamiento intersectorial. (Solleiro, Mejía y Castañón, 2020; Vázquez & Bocanegra, 2018)

En contraposición, autores como Galindo y Pérez (2018) y Soria y Ortiz (2017) señalaron que el crecimiento de México en este sector ha sido importante, al encontrarse beneficios a nivel macroeconómico después de la llegada de EMN aeronáuticas a territorio nacional, lo que se observa en el incremento del número de firmas que participan como proveedoras en dicha industria. En el año 2000 se contabilizaron 20 empresas a nivel nacional, 287 en 2013, y 386 en 2022 (Juárez, 2017; INEGI, 2022). En cuanto a generación de empleo se refiere, en 2016 se reportaron cerca de 53 000 puestos de trabajo directos, en comparación con el

cierre de 2018 donde se contabilizaron más de 60 000 empleos. (González Díaz, 2017)

Entre las características específicas de la industria se encuentran: alta intensidad científica y tecnológica, programas de alto coste y riesgo, ciclos muy largos de desarrollo y retorno de inversión, producción en series cortas y con gran valor añadido, colaboración internacional en diseño y desarrollo, papel relevante del gobierno como impulsor, cliente, regulador y defensor del mercado, fuertes barreras de entrada, importancia crítica de la calidad y de la seguridad, ciclos de vida muy largos y relaciones entre la industria civil y militar. (Casalet, 2013; López et al., 2012, Hernández, 2018⁷) Estos factores sumados a la heterogeneidad de las Pyme mexicanas, han dificultado la absorción de las derramas de conocimiento, generación de innovaciones y su escalamiento.

Las empresas aeronáuticas mexicanas, dedicadas en su mayoría a la fabricación de piezas, componentes y servicios de mantenimiento y reparación de aeronaves se encuentran distribuidas en 19 estados de la República. Además, se han formado cinco clústeres aeroespaciales en expansión³, ubicados en los estados de Nuevo León, Chihuahua, Baja California, Sonora y Querétaro. Este último ha tenido un gran crecimiento en los últimos años al contar con varias empresas multinacionales que funcionan como ancla, entre las que se encuentran: una filial de la firma Bombardier (una de las cuatro compañías líderes en el sector, con sede en Canadá), el grupo francés Safran y el fabricante español de fuselaje Aernnova.

En 2022 más del 52% de las empresas integrantes del Aeroclúster Querétaro pertenecían al rubro de pequeñas y medianas empresas; la información sobre la existencia de derramas de conocimiento correspondía a la creación de empresas tipo *start up* y *spin off* y no se tenía conocimiento sobre el escalamiento de estas en

³ De acuerdo con Noussan (2021) en los clústeres en expansión, se generan fuertes asociaciones entre empresas, industrias e instituciones; de igual manera, se establecen vínculos con actores clave como universidades, centros de investigación y desarrollo tecnológico, instituciones financieras y gobierno. En esta etapa es posible vislumbrar que se generen vínculos con otras empresas, incluso otros clústeres del entorno que podrían ser proveedores de insumos o bien prestar servicios especializados, generando entonces relaciones Inter sistémicas que incluso puede abarcar varias regiones.

la cadena global de valor. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es examinar cuáles son los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor.

Para cumplir con dicho propósito, se llevó a cabo una investigación en dos etapas:

a) En la etapa teórica, se realizó la revisión de literatura a través de fuentes secundarias. Se consideraron los marcos teóricos de capacidades dinámicas, sistemas de innovación y cadena global de valor al ser marcos complementarios que ayudan a comprender cómo funciona la industria aeroespacial, cómo se da la inserción y escalamiento de empresas locales en la CGV de esta industria y cómo las Pyme han logrado beneficiarse de su interacción con empresas multinacionales a partir de la absorción de conocimientos, capacidades tecnológicas o la generación de innovaciones.

b) Durante la etapa empírica se recopilaron datos utilizando diferentes fuentes secundarias (artículos periodísticos, revisión de páginas web de las empresas, página web del Aeroclúster de Querétaro) con la intención de identificar aspectos como productos o servicios ofertados, posicionamiento en la cadena global de valor, sector de origen y si realizan actividades de innovación; con la información obtenida se estructuró una guía de entrevista semiestructurada que se aplicó a 15 expertos en la industria aeroespacial en México, los cuales fueron localizados utilizando la técnica de bola de nieve (Anexo 1). Los hallazgos de esta primera parte confirmaron que había derramas de conocimiento, empresas con escalamiento interindustrial y en la cadena global de valor.

Se utilizó la metodología propuesta por Gereffi & Fernández Stark (2016) para analizar en su conjunto la cadena global de valor de la industria aeronáutica en el estado de Querétaro, lo que ayudó a identificar cómo se estructuran las actividades desempeñadas, los principales actores, la gobernanza y el surgimiento de escalamiento en las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro.

Utilizando la metodología propuesta por Yin, R. (2018), se realizó un análisis de “caso adherido” con 2 empresas, las cuales fueron seleccionadas por considerarse casos inusuales y estar interconectadas al tener una *joint venture*. La primera de ellas, Grupo SSC, es una *spin off* de la firma estadounidense ANSYS y la segunda es la empresa Horizontec que es la primer empresa mexicana dedicada al diseño, fabricación y comercialización de aeronaves ligeras.

Esta investigación se estructuró en seis capítulos de la siguiente manera. En el primer capítulo, titulado “*Planteamiento del problema y metodología de la investigación*” se presenta una estrategia de investigación en dos etapas. En la primera se explica cómo se construyen los marcos de referencia y analítico bajo un enfoque interactivo contrastando la realidad con teorías complementarias que se han desarrollado para explicar el fenómeno bajo estudio. En la segunda etapa se explican las técnicas y herramientas utilizadas para llevar a cabo el trabajo empírico: entrevistas a expertos, observación mediante la participación en eventos de la industria aeroespacial y visitas a empresas, la prospectiva tecnológica, el análisis de la cadena de valor y el “estudio de caso adherido” que incluye dos unidades de análisis.

El segundo capítulo, titulado “*La industria aeroespacial y su importancia a nivel nacional e internacional*” permite comprender las características, estructura, procesos y estrategias de la industria aeroespacial. En el nivel internacional se estudia la participación de los países en la producción, sus empresas e ingresos, estrategias empresariales, los organismos internacionales asociados a la industria y la normatividad. En el nivel nacional se presenta su importancia para México, la inversión extranjera directa que ha llegado con la industria aeroespacial y el empleo creado. Se describen los cinco clústeres aeroespaciales en México y el papel de la Pyme mexicanas. Se reportan los resultados de las 15 entrevistas a expertos que nos explican el panorama de la industria y la problemática enfrentada entre 2020 y 2022.

En el tercer capítulo, titulado *“Capacidades dinámicas, derramas de conocimiento y cadena global de valor”* se aborda de forma sucinta la globalización de la producción y la formación de las cadenas globales de valor, poniendo énfasis en la metodología propuesta por Gereffi y Fernández – Stark (2016). También se incluyen elementos del marco teórico de capacidades dinámicas de Teece (1994, 1997, 2007, 2012, 2019) y la importancia de las capacidades de absorción y gerenciales que permiten aprovechar derramas de conocimiento para transformar las rutinas de las empresas para volverlas más eficientes, eficaces e innovar con la finalidad atender de manera oportuna los requerimientos del entorno (Cohen y Levinthal, 1990; Zollo y Winter, 2002; Zahra et al, 2002). Elementos del marco teórico sobre sistemas de innovación se incluyen para poder explicar la importancia de las capacidades del territorio y su relación con el éxito de los emprendimientos encontrados. Finalmente se presentan las variables de estudio y el modelo que se propone para analizar y explicar los resultados.

En el cuarto capítulo, titulado *“Tendencias tecnológicas en la industria aeroespacial y retos que tienen las Pyme del Aerocluster de Querétaro para transitar hacia estos cambios”*, se identifican los bienes o servicios que ofrecen las empresas de capital mexicano y su complejidad tecnológica. Mediante el uso de metodologías de prospectiva tecnológica, como es el análisis de tendencias científicas y tecnológicas y con la información obtenida en los capítulos 2 y 4, se identifican los cambios surgidos en la cadena global de valor y cómo éstos impactarán en el desempeño de las pequeñas y medianas empresas de capital mexicano a mediano y largo plazo. Se presentan algunas alternativas para que las Pyme se mantengan competitivas a nivel mundial mediante el aprovechamiento de la tecnología.

En el quinto capítulo, titulado *“La cadena global de valor y el Aeroclúster de Querétaro”* se utiliza la metodología de análisis de cadena global de valor propuesta por Gereffi y Fernández Stark (2011) para caracterizar a la industria aeronáutica a nivel nacional e internacional, mediante el uso de la gráfica de la sonrisa se identificó

el posicionamiento de los productos y servicios que se desarrollan en el estado de Querétaro. Se encontraron tres empresas con escalamiento y fueron estudiadas a nivel organizacional haciendo evidentes los factores que permiten a las Pyme del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor, los mecanismos que utilizan las pequeñas y medianas empresas aeronáuticas para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por su interacción con empresas multinacionales y los factores determinan el escalamiento en la cadena global de valor para las pequeñas y medianas empresas que en ella participan.

Se realizó una adaptación de la Matriz de Calidad (QFD) para identificar los recursos y capacidades que han propiciado su escalamiento en la CGV. Se corroboró que las Pyme están participando en actividades de bajo valor agregado como mantenimiento y manufactura; también se precisó cuáles empresas presentan escalamiento y se tuvo un hallazgo importante al localizar una empresa llamada Horizontec que es un emprendimiento, que diseña y manufactura aviones ligeros en México.

En el último capítulo, titulado *“Estudio de caso adherido: Horizontec y Grupo SSC”* se presentan dos analizadas mediante la metodología de Yin, R. (2018). Para el establecimiento del contexto, se realizaron entrevistas a actores clave de la industria aeronáutica a nivel nacional, esto permitió definir la situación de las Pyme de capital nacional antes, durante y después de la pandemia. Se analizaron estas empresas por considerarse excepcionales.

La primera de ellas, Grupo SSC, es un emprendimiento familiar de más de 30 años y ha sido pionero en la distribución, uso y capacitación del software de simulación ANSYS, lo que le ha permitido desempeñarse como institución de soporte para el desarrollo de proyectos innovadores en diferentes industrias, entre ellas la aeroespacial.

La segunda empresa fue Horizontec, empresa dedicada al diseño, fabricación, ensamble y comercialización de aeronaves ligeras para uso recreativo y de enseñanza. Esta empresa es importante porque su fundador y director, adquirió los conocimientos sobre diseños de aeronaves laborando en una empresa italiana dedicada a la manufactura de aeronaves deportivas ligeras. Se encontró que para Horizontec las capacidades del territorio han sido un factor clave para consolidar la fabricación y comercialización de la primer aeronave ensamblada y diseñada en México, esta empresa ha colaborado con Universidades y Centros de Investigación del CONACyT en las pruebas y simulaciones de nuevos materiales, además obtuvo apoyo gubernamental a través del Fondo de Investigación Tecnológica (FIT).

La principal limitación de esta investigación fue el acceso a la información sobre las empresas y que accedieran a participar en este estudio.

Entre los principales hallazgos se identificaron algunas derramas de conocimiento y los mecanismos que utilizan las empresas para aprovecharlos. También se logró definir los factores que determinaron el escalamiento en la CGV.

CAPÍTULO 1

**Planteamiento del problema y
metodología de la investigación**

Capítulo 1. Planteamiento del problema y metodología de la investigación

1.1. Diseño de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

En México, uno de los estados que mayor crecimiento ha tenido en la industria aeroespacial es Querétaro, el cual, mediante la atracción de la empresa Bombardier en 2006 y la creación de la primer Universidad dedicada al estudio y enseñanza aeronáutica en México (Universidad Aeronáutica de Querétaro, UNAQ) se ha convertido en un importante clúster a nivel nacional⁴. Desde 2012, el Aeroclúster de Querétaro A.C. ha sido el actor a nivel estatal encargado de coordinar las actividades de promoción e integración de la industria aeroespacial a nivel gubernamental, empresarial y educativo.

La llegada de la empresa Bombardier a Querétaro se considera como el detonante del sector aeronáutico en la región, sin embargo, este desarrollo fue posible gracias a que el estado ya contaba con algunas condiciones necesarias para su implementación como son: un tejido industrial que fabricaba piezas y componentes en segmentos afines al sector de estudio; entre ellas el metalmecánico, electrónico, químico y automotriz y; un conjunto de instituciones de educación superior que ofertan recursos humanos en áreas de ingeniería, centros de investigación y desarrollo tecnológico; los cuales coadyuvaron al asentamiento de la industria a través de la prestación de servicios tecnológicos y generación de proyectos de investigación y desarrollo (I+D). (Villavicencio et al, 2013)

De acuerdo con Niosi y Zhegu (2010), el proceso de relocalización productiva de la industria aeronáutica comercial hacia países en desarrollo tendría como consecuencia la pérdida del dominio del sector por parte de las empresas de Norte

⁴ En México se localizan 5 clústeres aeroespaciales en expansión, 4 de ellos en la frontera norte del país, como son Baja California, Monterrey, Chihuahua y Sonora; y un clúster en el Bajío, en Querétaro.

América y de Europa Occidental, esto sucedería por la generación de derramas de conocimiento y la integración de nuevos proveedores en la CGV o debido a los procesos de subcontratación. Sin embargo, en 2023 a pesar de que México ocupa el lugar 12 en cuanto a producción dentro del sector aeroespacial a nivel mundial, y ha generado en promedio 9,000 millones de dólares al año durante la última década, las empresas de capital mexicano participan como proveedoras Tier 3 en los segmentos más bajos de valor de la cadena, específicamente en la manufactura y prestación de servicios de mantenimiento. Este comportamiento se observa en clústeres dinámicos como el del estado de Querétaro el cual ha sido el clúster aeroespacial con mayor crecimiento en los últimos años y el que más inversión extranjera directa recibió entre 2019 y 2023.

Al considerar que el objetivo de las empresas integradas en las cadenas globales de valor es tener utilidades, asegurar su permanencia y si es posible escalar a actividades más lucrativas, autores como McDermott y Pietrobelli (2017) proponen que las pequeñas y medianas empresa requieren del diseño de una estrategia que considere a los actores claves de la industria y los vínculos potenciales que pueden generarse con estos, siendo el acceso a conocimiento y a nuevas competencias un mecanismo para mantener relaciones externas (Sturgeon y Gereffi, 2013, p.22), mejorar sus recursos y capacidades así como asegurar su permanencia.

A decir de Teece et al. (1994, 1997, 2000, 2007, 2012, 2019) para que las empresas puedan beneficiarse de las derramas de conocimiento generadas por las multinacionales es necesario que cuenten con recursos y capacidades centrales y dinámicas. Además, en industrias de alto contenido tecnológico, como la aeroespacial, la innovación juega un papel fundamental para el crecimiento y desarrollo de las firmas y para que las innovaciones fructifiquen, es necesario que el administrador sea capaz de **percibir, aprovechar y transformar** las oportunidades del entorno y usar esta información para reconfigurar los procesos internos de la empresa y los productos y/o servicios ofertados a fin de cumplir con los requerimientos del mercado.

Blomström y Sjöholm (1998); Sjöholm, (1999); Girma (2002); Alcácer y Chung, (2003); Blomström y Kokk (2003); Chudnovsky, et al. (2008) y Matus, Carrillo y Gomis (2018), plantean que la llegada de EMN a países en vías de desarrollo, como lo es México, ha beneficiado el crecimiento de la industria aeroespacial, y que las capacidades de absorción han sido fundamentales para el aprovechamiento de dichas derramas de conocimiento por lo que es importante estudiarlas.

En el caso mexicano, se ha identificado que las pequeñas y medianas empresas que han logrado insertarse como proveedoras en la CGV de la industria aeroespacial poseen sólidas **capacidades relacionales, tecnológicas y organizacionales** (Hernández, 2012), además de cumplir con los estándares de calidad requeridos por los compradores.

También se identificó que la llegada de EMN ha influido positivamente en la creación de universidades y centros de investigación, así como la formación de capital humano especializado en este sector lo que permite aumentar capacidades en el territorio para aprovechar derramas de conocimiento (Solleiro, 2018). Las instituciones, organizaciones y políticas públicas del país en desarrollo anfitrión desempeñan un papel fundamental en el aumento de la capacidad de absorción de las empresas nacionales, especialmente en las industrias de alta tecnología. (Niosi y Zhegu, 2010)

- **Pregunta principal**

Considerando lo arriba expuesto se realizaron las siguientes preguntas **¿Cuáles son los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor?**

- **Objetivo principal**

Examinar cuáles son los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor.

- **Supuesto principal**

Los factores estratégicos que permiten a las Pyme del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor de la industria aeroespacial están relacionados con las **capacidades gerenciales, de absorción, tecnológicas y del territorio**.

- **Preguntas secundarias**

1. ¿Qué mecanismos utilizan las Pyme del Aeroclúster de Querétaro para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por su interacción con empresas multinacionales?
2. ¿Qué factores determinan el escalamiento en la cadena global de valor para las Pyme del Aeroclúster de Querétaro que en ella participan?

- **Objetivos secundarios**

1. Describir los mecanismos que utilizan las Pyme del Aeroclúster de Querétaro para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por su interacción con empresas multinacionales.
2. Analizar los factores determinan el escalamiento en la cadena global de valor para las Pyme del Aeroclúster de Querétaro que en ella participan.

- **Supuestos secundarios**

1. Las Pyme del del Aeroclúster de Querétaro aprovechan las derramas de conocimiento generadas por empresas multinacionales mediante

mecanismos de absorción de conocimiento, colaboración estratégica y desarrollo de capacidades internas.

2. El escalamiento de las Pyme del Aeroclúster de Querétaro se determina por factores internos y externos a la CGV como son: la gobernanza, la estructura de entrada y salida, el alcance geográfico, el contexto institucional y las partes interesadas en la industria.

1.1.2. Justificación

La revisión de literatura sobre la industria aeroespacial, donde se consideró la forma en que se estructura, los requerimientos para ser miembro en su cadena global de valor, características de las empresas y tecnología, entre otros aspectos, indica que de manera particular, en el sector aeronáutico a nivel internacional los elevados costos de I+D han propiciado que los grandes fabricantes de equipos originales establezcan alianzas estratégicas y contratos de riesgo compartido con socios extranjeros, generando así derramas internacionales de conocimiento (Niosi y Zhegu, 2005). Los estudios previos que analizan las derramas de conocimiento en México se centran en empresas de maquinados industriales (Fuentes y Dutrenit, 2009). Sin embargo, este fenómeno ha sido poco estudiado en la industria aeronáutica mexicana.

En este sentido la investigación es relevante porque pretende identificar cuáles son los factores estratégicos que contribuyen a que las pequeñas y medianas empresas, que pertenecen a una industria de alto contenido tecnológico, que poseen características particulares del sector y cuya forma de organización se estructura de manera piramidal, pueden aprovechar las derramas de conocimiento generadas por empresas multinacionales.

También, pretende aportar conocimientos útiles para que las Pyme se mantengan competitivas a nivel nacional e internacional a través de la identificación de

capacidades que han contribuido a la formación de *spin offs* o al desarrollo de actividades de mayor valor agregado.

1.1.3. Sujeto de estudio, criterios de inclusión y tipo de estudio

Sujeto de estudio: Pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro.

Criterio de inclusión: i) Tamaño de firmas de acuerdo con el número de empleados propuesta por la Secretaría de Economía (empresas que tuvieran entre 11 y 250 empleados), ii) Origen de capital mexicano y iii) Ser miembro del Aeroclúster de Querétaro.

Tipo de estudio: deductivo, observacional, cualitativo,

Las herramientas que se utilizaron en la investigación se enlistan a continuación:

- a) Guía de entrevista semiestructurada.
- b) Uso de software especializado para selección y análisis de información como son VoS Viewer y Panjiva.
- c) Se utilizaron Derwent Innovation Index de Claryvate Analitics, Scopus, Web of Science y la base de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual para hacer prospectiva tecnológica y determinar las tendencias científicas y tecnológicas en la industria aeronáutica.
- d) Otras fuentes de información secundaria (bases de datos de INEGI, documentos emitidos por ONG's, reportes nacionales e internacionales sobre innovación y competitividad, revisión de bases de datos como Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc, entre otras.

1.2. Diseño metodológico

Se estructuró una investigación en dos etapas, la primera teórica y la segunda empírica. En la etapa teórica se realizó un marco analítico integrando con conceptos de las teorías de capacidades dinámicas, el enfoque de cadena global de valor y el de sistemas de innovación al encontrarlos complementarios y contribuir a la comprensión y explicación del fenómeno bajo estudio. En la etapa empírica se contrastaron con la teoría la información y resultados obtenidos mediante el trabajo de campo, el cual consistió en ***la realización de 15 entrevistas semiestructuradas a actores clave de la industria aeroespacial en México, visitas a empresas y un “estudio de caso adherido” con dos empresas utilizando la metodología propuesta por Yin, R. (2018) como se explica a continuación.***

2.1.1. Etapa teórica

En primer lugar, se llevó a cabo una revisión de literatura basada en fuentes primarias y secundarias. Se utilizaron bases de datos como Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc, Colegio de México, libros, tesis e informes de organismos empresariales sobre la industria aeroespacial en México. Se recopilaron datos de las Pyme pertenecientes al Aeroclúster de Querétaro consultando sus páginas web, artículos periodísticos y actas de congresos. Lo anterior, permitió realizar los marcos contextual y referencial, así como elaborar un cuadro comparativo con los perfiles de las Pyme a estudiar. ***Aquí se identificaron los primeros hallazgos de empresas que se habían fundado aprovechado derramas de conocimiento o habían escalado en la cadena de valor.***

Para la construcción del marco teórico se consideraron los aportes de la teoría de recursos y capacidades, en específico el estudio de capacidades dinámicas para explicar las capacidades de absorción y gerenciales que influyen en que las

pequeñas y medianas empresas asimilen las derramas de conocimiento generadas por las empresas multinacionales. También, se utilizó el enfoque de cadena global de valor porque nos permite entender cómo funciona la industria estudiada. El marco analítico de la cadena global de valor: tiene dos dimensiones: el nivel global y el nivel local, con las que se identificó la estructura de la cadena global de valor de la industria aeroespacial y las interacciones que se dan a nivel nacional e internacional entre las firmas del Aeroclúster de Querétaro para pertenecer y escalar en la misma.

El marco analítico se construyó bajo un enfoque interactivo durante el proceso de investigación, es decir, al tiempo que se recababa información en fuentes primarias y secundarias sobre la CGV de la industria aeroespacial, el funcionamiento del clúster y la participación de las Pyme mexicanas se contrastaba la realidad del caso con conceptos teóricos clave que permitían analizar y explicar el fenómeno bajo estudio.

2.1.2. Etapa empírica

Se utilizaron técnicas de prospectiva tecnológica para determinar las tendencias científicas y tecnológicas en la industria aeronáutica. Se identificaron cambios y cómo estos pueden impactar a las Pyme a mediano y largo plazo. Este análisis se presenta en el capítulo cuatro.

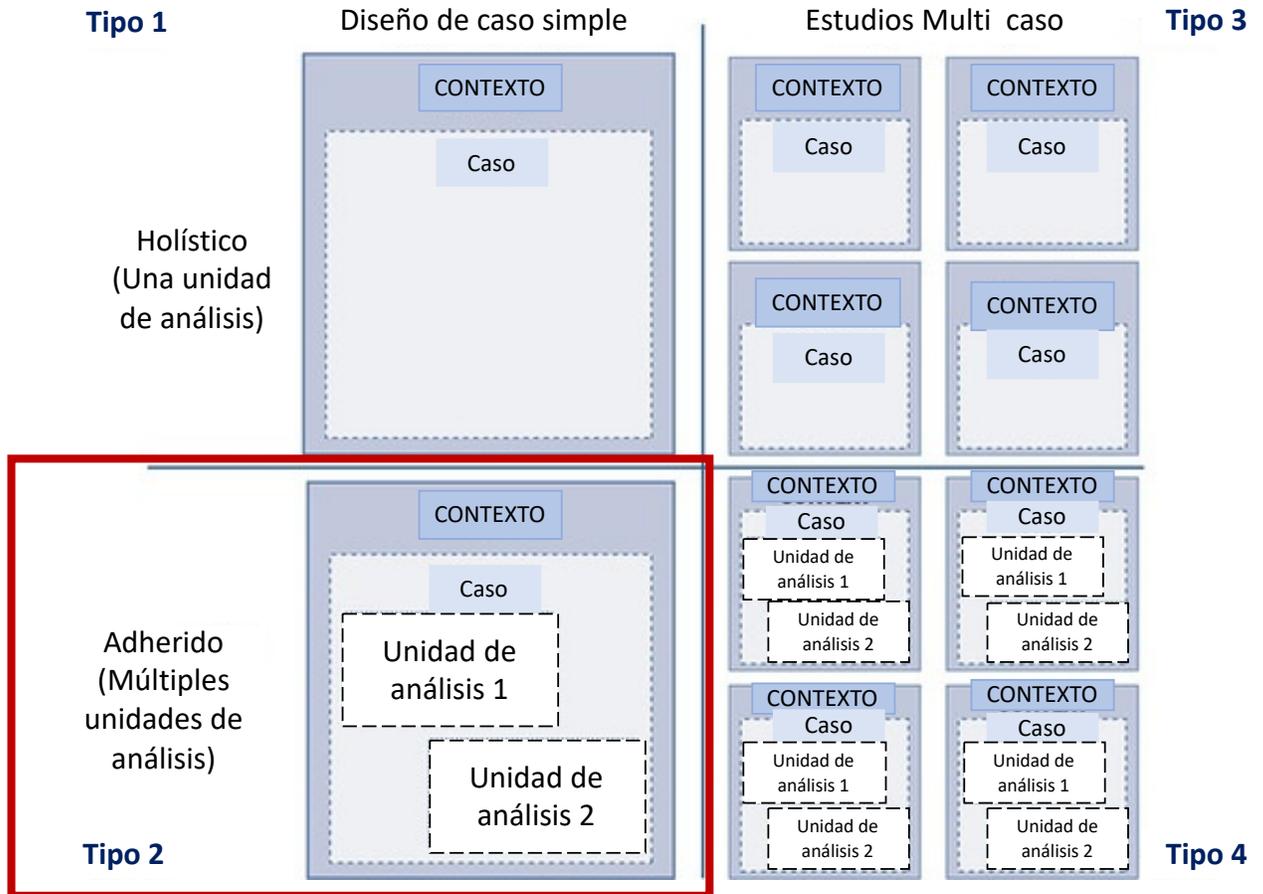
Para caracterizar a las organizaciones que se insertan en la cadena global de valor y que forman parte del Aeroclúster de Querétaro, se utilizó la metodología propuesta por Gereffi & Fernández Stark (2016) que permite identificar cómo se estructuran las actividades desempeñadas, los principales actores, la gobernanza y el surgimiento de escalamiento en las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro. Posteriormente se identificó el posicionamiento de los productos y servicios que se desarrollan en el estado de Querétaro. Este análisis se presenta en el capítulo cinco.

La revisión de literatura, así como la recolección de información que se obtuvo participando en congresos y conferencias organizados por asociaciones empresariales de la industria aeroespacial en México y en las juntas virtuales semanales del Clúster Aeroespacial de Baja California durante los dos últimos años, permitieron elaborar una guía de entrevista semiestructurada la cual fue aplicada a 15 actores clave de la industria aeroespacial, localizados a través de la técnica de bola de nieve. Los entrevistados fueron seleccionados porque tienen un amplio conocimiento de la industria aeronáutica a nivel nacional e internacional, además son dirigentes de asociaciones empresariales, de unidades académicas o empresarios.

Para poder contestar las preguntas de investigación con argumentos sólidos y poder explicar los mecanismos que permiten aprovechar derramas de conocimiento se realizó un “estudio adherido” con dos Pyme del Aeroclúster de Querétaro siguiendo la metodología desarrollada por Yin, R. (2018), la cual se utiliza para estudios cualitativos, exploratorios y descriptivos; además permite desarrollar una investigación de forma holística y con resultados comprensibles. La metodología del estudio de caso tienen seis componentes básicos: La contextualización del estudio con la identificación del problema y su propósito, el procedimientos para la recolección de datos, la guía de preguntas, el análisis de datos, la validación del estudio y el esquema del reporte de resultados.

De acuerdo con los aportes de Yin, R. (2018) se seleccionó el **Tipo de Caso 2**, el cual corresponde a **Diseño de caso simple adherido**; este refiere a **múltiples unidades de análisis que comparten un contexto en común** (Véase Figura 1).

Figura 1.
Tipos de estudio de caso según Yin, R. (2018)



Fuente: Traducido de Yin, R. (2018).

Para determinar la fiabilidad y confiabilidad de la investigación, se desarrollaron las siguientes tácticas, propuestas por Yin, R. (2018 pp. 79 – 85)

- Validez de constructo: identificación de medidas operativas correctas para los conceptos estudiados.
- Validez interna: tratar de establecer una relación causal, por la que se cree que determinadas condiciones conducen a otras condiciones, a diferencia de las relaciones espurias.

- Validez externa: demostrar si las conclusiones de un estudio de caso pueden generalizarse y de qué manera.
- Fiabilidad: demostrar que las operaciones de un estudio, como los procedimientos de recogida de datos, pueden repetirse con los mismos resultados.

Tabla 1.

Diseño del estudio de caso

Prueba	Táctica para estudio de caso	Acciones implementadas
Validez de constructo	<p>Uso de múltiples recursos de evidencia.</p> <p>Contar con informantes clave que revisen el reporte del caso.</p>	<p>Se recurrió al uso de múltiples fuentes secundarias como son: artículos periodísticos, entrevistas y conferencias.</p> <p>Se solicitó al director de la empresa que valide la información contenida en el reporte del caso.</p>
Validez interna	<p>Hacer coincidir patrones.</p> <p>Construir explicaciones.</p> <p>Abordar explicaciones de los rivales.</p> <p>Usar modelos lógicos.</p>	<p>Con base en el marco teórico, se explicaron los fenómenos identificados a partir de la revisión de fuentes secundarias de información y entrevistas a actores clave.</p> <p>No se identificaron rivales para los casos de estudio al considerarse casos inusuales ya que la empresa Horizontec es la primer firma mexicana que diseña, fabrica y comercializa aeronaves ligeras en el estado de Querétaro. En cuanto a Grupo SSC, esta firma se considera pionera en la comercialización del software de simulación asistida ANSYS tanto en México como en América Latina.</p>
Validez externa	<p>Utilizar teoría para explicar los estudios de caso y estudios multicaso.</p>	<p>Se utilizaron los principios de capacidades dinámicas, cadena global de valor y sistemas de innovación.</p>

Prueba	Táctica para estudio de caso	Acciones implementadas
Fiabilidad	Utilizar un protocolo para estudio de caso. Desarrollar una base de datos del estudio. Mantener la evidencia.	Se realizó un protocolo para el estudio de las empresas seleccionadas y se presenta evidencia fotográfica.

Fuente: Traducción del autor y adaptado de Yin, R. (2018).

CAPÍTULO 2

**La industria aeroespacial y su
importancia a nivel nacional e
internacional**

Capítulo 2. La industria aeroespacial y su importancia a nivel nacional e internacional

La industria aeroespacial se define como el conjunto de organizaciones dedicadas al desarrollo de actividades productivas que garantizan la construcción y el diseño de aviones, helicópteros, lanzadores, misiles y satélites, así como los equipos de los que dependen, además de motores y electrodomésticos utilizados a bordo de la aeronave. Este sector se dirige a clientes militares o civiles, empezando por las compañías aéreas y los gestores de redes de telecomunicaciones (Carrincazeaux y Frigant, 2007).

De acuerdo con el destino de los productos y servicios ofertados, la industria hace diferencia entre la parte espacial y aeronáutica. En esta investigación, los términos aeronáutico y aeroespacial se utilizarán como sinónimos.

La industria es considerada como una de las que más contribuye a la generación de bienes de alta tecnología a nivel mundial, al impulsar la innovación en diferentes ámbitos como lo son el transporte, las comunicaciones y la defensa. También es importante por su estrecha relación con temas de seguridad nacional al asociarse con actividades militares y de defensa (Gereffi y Sturgeon, 2013). Por su naturaleza, requiere de la participación de capital humano altamente capacitado, así como que éstos posean sensibilidad en los procesos productivos que involucran a una industria de la cual dependen vidas humanas. (Vázquez y Bocanegra, 2018)

Debido a la dificultad para obtener información en temas asociados a la industria militar y de defensa, la información recabada corresponde a las actividades asociadas a la industria aeronáutica civil⁵. Esta industria se diferencia de otras por su dinamismo y perspectivas de crecimiento a nivel mundial (Sandoval, Morales & Díaz, 2019). En 2019, se consideraba que se mantendría un crecimiento constante

⁵ Aquellas partes de la industria aeroespacial cuyos productos finales incluyen grandes aviones comerciales (jets regionales, jets de negocios y aviones de aviación general (Sturgeon y Gereffi, 2013).

en la producción de bienes y servicios para sustituir las flotas comerciales y de pasajeros, requiriendo el doble de aviones para satisfacer las demandas de comercio y traslado de personas, lo que impactaría a lo largo de toda la cadena de suministro (Airbus, 2018); sin embargo, esta tendencia se vio interrumpida por el cierre de fronteras como medida precautoria para evitar la propagación del virus SARS-CoV-2; las entregas de aeronaves fueron canceladas, se detuvo el ensamblaje de aeronaves y se cancelaron los pedidos de piezas y componentes. En 2023, la industria presentó indicios de recuperación a nivel mundial. (Airbus, 2023)

2.1. Características del mercado

La industria aeroespacial (espacial y aeronáutica) fue definida por Vázquez y Bocanegra (2018) como aquella que abarca todas las actividades productivas destinadas a la construcción y diseño de aviones, helicópteros, *launchers*, misiles y satélites, así como el equipo del que dependen, además de los motores y los equipos electrónicos utilizados a bordo⁶.

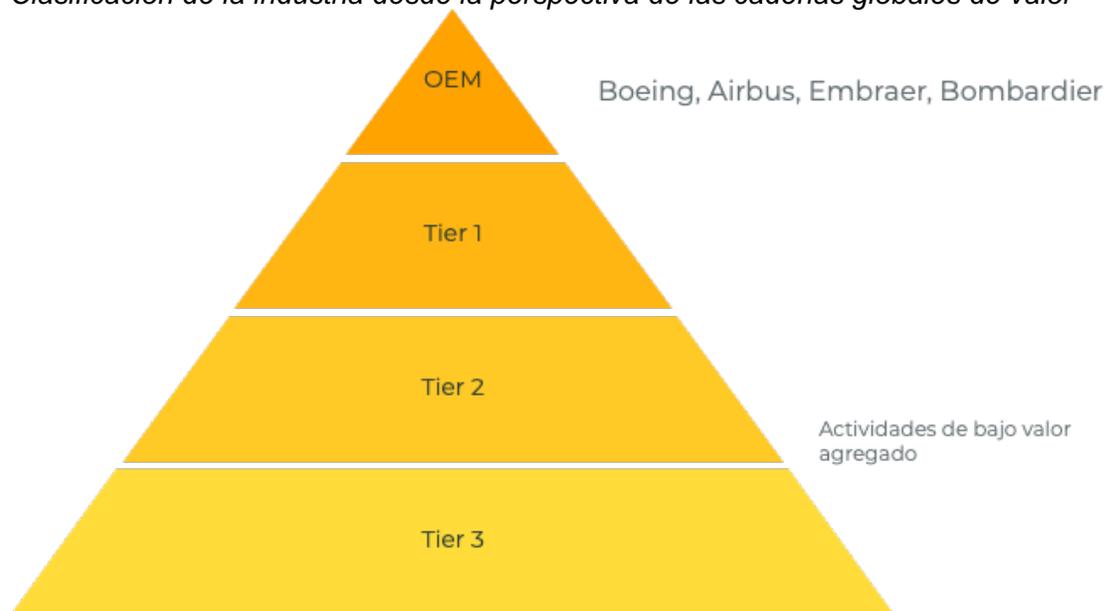
Existen diversos tipos de clasificaciones aplicables a la industria aeroespacial; entre los que se encuentran la arancelaria a la que responde las partes y componentes producidos (código armonizado sección XVII, capítulo 88), desde la óptica de los productos y servicios ofertados, desde el sector que atienden (civil o militar) y desde la perspectiva de las empresas y la cadena de valor mismo que a continuación se describe y será utilizada a lo largo del documento para hacer referencia al eslabón que ocupan las empresas estudiadas. (Véase Figura 2).

⁶ La diferencia entre aeronáutica y aeroespacial estriba en que los productos de esta última industria circulan fuera de la atmósfera terrestre y los de aeronáutica, únicamente en la atmósfera (Carrillo & Hualde, 2009). La mayoría de las firmas mexicanas que pertenecen a este sector se encuentran localizadas en el ámbito aeronáutico, sin embargo se adoptará la denominación del sector como **aeroespacial** de acuerdo con la caracterización empleada por organizaciones públicas e intermediarias a nivel nacional e internacional; tales como el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Secretaría de Economía (SE), Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), ProMéxico y la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), entre otros.

- Empresas ensambladoras o integradoras (OEM): Se encargan del control del diseño, fabricación y función de ensamblaje, el componente más crítico de la cadena de valor.
- Los contratistas de primera línea (Tier1): Proveedores directos de las empresas integradoras proporcionándoles equipos y sistemas como motores, alas, fuselaje.
- Subcontratistas (Tier 2): Fabricación y desarrollo de piezas según las especificaciones proporcionadas por los OEM y los proveedores Tier 1.
- Subcontratistas (Tier 3): Responsable de suministrar productos básicos, componentes y otros servicios de valor agregado no esenciales.
- Proveedoras de servicios de mantenimiento.

Figura 2.

Clasificación de la industria desde la perspectiva de las cadenas globales de valor



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de ProMéxico y Agencia Espacial Mexicana [AEM]. (2017). "Plan de órbita 2.0 mapa de ruta del sector espacial mexicano". https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414932/Plan_Orbita_2.0.pdf

La industria aeronáutica se considera un oligopolio, con un alto nivel de madurez, que se organiza en cadenas globales de valor, que atraviesan clústeres y al interior se estructuran de forma piramidal, en la cumbre se localizan las firmas conocidas como ensambladoras u *Original Equipment Manufacturers* (OEMs por sus siglas en

inglés), y en los demás lugares, sus proveedores clasificados en tres niveles de acuerdo con la complejidad de los productos o servicios ofertados (Tier1, Tier 2 y Tier 3). (Gereffi y Sturgeon, 2013; Carrincazeaux y Frigant, 2007)

Es también un sector de manufactura avanzada⁷ al incluir actividades de diseño, desarrollo, fabricación, ensamble, comercialización, reparación y venta de aeronaves. El ciclo del producto consiste en investigación y desarrollo (I+D), el diseño, la fabricación, el ensamble, ensayos y certificación, y por último las actividades de mantenimiento (López et al., 2012). El mercado aeronáutico se divide en tres sectores, según sus funciones y ámbitos de operación: civil, militar y comercial.

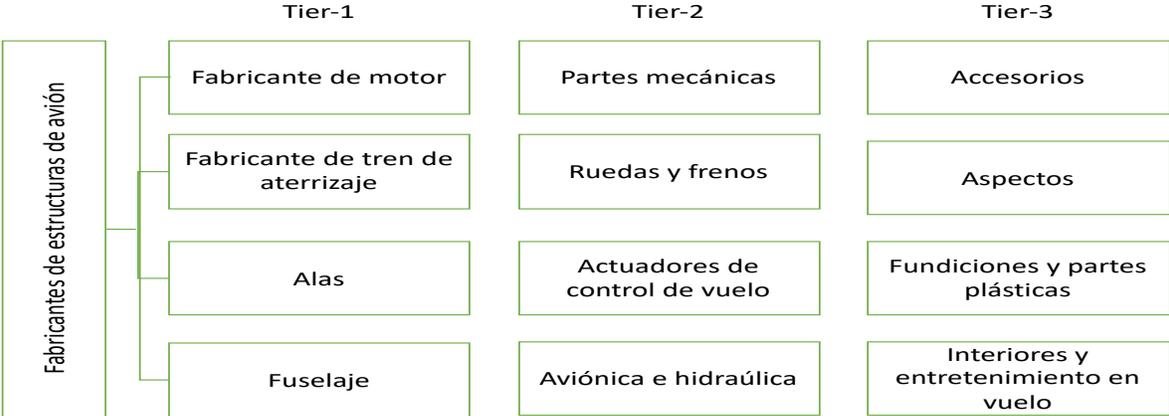
De acuerdo con Casalet (2013), esta industria se diferenciaba de otras por las grandes inversiones requeridas y ciclos de producción muy largos donde el alto nivel tecnológico en el diseño y manufactura, la complejidad del sistema productivo y la multiplicidad de disciplinas que tienen injerencia en la producción, determinan una gestión descentralizada de la producción la cual está fuertemente escalonada y es dominada por las grandes armadoras que operan a nivel internacional.

En la aviación comercial, en 2023, existen dos firmas líderes en la producción de aviones comerciales de larga distancia (Boeing y Airbus) y dos fabricantes de aviones regionales (Embraer y Bombardier) los cuales son las responsables del diseño, montaje final y la entrega de las aeronaves. Estas empresas actúan como integradores, ensamblando los principales subsistemas producidos por los proveedores en las aeronaves terminadas y la instalación de complejos sistemas de control y comunicaciones. (Niosi & Zhegu, 2005)

⁷ Bell & Pavitt (1995), clasifican a las empresas de acuerdo con la tecnología aplicada dentro del sector en que se desempeñan, considerando que existen diferencias tecnológicas entre los sectores debido a las actividades requeridas. Las empresas de manufactura, se evalúan de acuerdo con su tamaño, origen, capital (inversión nacional y extranjera). Se considera que los cambios tecnológicos se originan en los sectores industriales que dan forma a los sistemas económicos, tales como las industrias extractivas, las mineras, el petróleo, la transformación, la manufacturera, etc., así como en la maquinaria y los equipos que influyen de manera decisiva en los procesos y productos.

Como se observa en la Figura 3, considerando el enfoque de la CGV, estas firmas son consideradas como las orquestadoras de la cadena, seleccionando y apoyando el trabajo de sus principales proveedores, y en muchos casos dictando la producción de subsistemas para incentivar los programas de “compensación”⁸.

Figura 3.
Cadena de valor industria aeroespacial por producción.



Fuente: Aerospace – Supply Chain Overview (2020).

Una tendencia importante de las ensambladoras en la producción es el favorecer la deslocalización, es decir, migrar de países desarrollados a países en vías de desarrollo para aprovechar los menores costos de producción, acceder a la tecnología o cumplir con los acuerdos de compensación (Niosi y Zhegu, 2010; Goldstein, 2002). Por lo anterior, se realizó una búsqueda de información para identificar las principales firmas a nivel mundial en la base de datos Orbis, donde se consideró el código de clasificación 336 del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), tomando como año de estudio el 2019. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

⁸ Acuerdos a nivel de país entre firmas líderes y gobiernos con grandes inversiones estatales que compensan las importaciones de aviones terminados con la producción local (Gereffi & Sturgeon, 2010).

Tabla 2.*Estrategia de búsqueda para identificar firmas pertenecientes a la industria aeroespacial*

Criterios	Resultados
Total de organizaciones	278,796,889
Clasificación SCIAN: 336	53,394
Empresas muy grandes	506

Fuente: Elaboración propia a partir de Orbis (BvD, 2020).

Los datos indican que los países con mayor número de firmas en el sector de estudio son: 1) Estados Unidos (21.7%); 2) China (19.4%); 3) Rusia (13.2%); 4) Reino Unido (7.3%); 5) y Francia (5.9%). Por su parte, México cuenta con el 0.4% del total de las firmas identificadas⁹.

En una segunda búsqueda, manteniendo el código de clasificación 336 del SCIAN, se identificaron las empresas con una mayor ganancia operativa en millones de dólares durante 2019, de las cuales destacan Boeing, United Technologies Corporation y Airbus (Véase Tabla 3).

Tabla 3.*Firmas de la industria aeroespacial con mayores ganancias operativas en 2019.*

Firmas	País de origen	Ingresos (mdd)	Descripción
 Boeing Company (The)	Estados Unidos de América	84,818,000	Es la compañía aeroespacial más grande del mundo manufactura de aviones comerciales, de defensa, espacio y sistemas de seguridad y proveedor de servicios de asistencia posventa.
 United Technologies Corporation	Estados Unidos de América	77,046,000	Firma líder en tecnología avanzada y soluciones inteligentes para la industria global, aeroespacial y de defensa.
 Airbus SE	Países Bajos	74,840,673	Compañía referente en el sector aeroespacial, encargada de diseñar y fabricar aviones comerciales, helicópteros, transporte militar, satélites y vehículos de lanzamiento.

⁹ Una limitante en la búsqueda de información radica en que la base de datos consultada únicamente considera información de firmas pertenecientes al sector privado.

Continuación Tabla 3.*Firmas de la industria aeroespacial con mayores ganancias operativas en 2019.*

 AIRBUS Airbus	Francia	68,816,603	Compañía referente en el sector aeroespacial, encargada de diseñar y fabricar aviones comerciales, helicópteros, transporte militar, satélites y vehículos de lanzamiento.
 Lockheed Martin Corp	Estados Unidos de América	59,812	Compañía multinacional de la industria aeroespacial y militar con grandes recursos en tecnología avanzada y guerra global.
 Honeywell International INC	Estados Unidos de América	41,802	Importante firma multinacional que produce una variedad de productos de consumo, servicios de ingeniería y sistemas aeroespaciales.
China aerospace science and industry group co., ltd.	China	29,140,020	Compañía especializada en la fabricación de productos de defensa. Produce sistemas de misiles de defensa aérea, sistemas de misiles de crucero, cohetes sólidos, equipos espaciales y otros productos.
 Safran S.A.	Francia	25,294,208	Safran es una compañía clave en los sectores de equipos de propulsión y aeroespaciales y de defensa.
 BAE SYSTEMS INSPIRED WORK BAE Systems PLC	Reino Unido	21,450,308	Compañía internacional de defensa, aeroespacial y de seguridad especializada en productos y servicios para las fuerzas aéreas, terrestres y navales.
 Rolls-Royce Holdings PLC	Reino Unido	19,968,744	Compañía de ingeniería multinacional especializada en diseño, fabricación y distribución de sistemas de energía para la aviación y otras industrias.

Fuente: Elaboración propia a partir del Orbis (BvD, 2020).

Cabe señalar que empresas como Honeywell International, Safran y Rolls – Royce tienen filiales en el estado de Querétaro. De la información anterior, se identifican los actores a nivel internacional, por país de origen y organización, mismos que se detallan en el siguiente apartado.

2.1.1. Actores a nivel internacional

Derivado de la estructura de la industria aeronáutica, a nivel internacional se identifican cuatro ensambladoras, mismas que mantienen el liderazgo en la cadena global de valor, y dictan el rumbo a seguir en cuanto a normatividad, tipo y calidad de los productos y servicios requeridos para la fabricación de piezas y componentes, así como los servicios de mantenimiento y reparación de aeronaves. La Tabla 4, presenta una breve descripción de estas empresas, sus planes estratégicos futuros y el segmento de mercado al que atienden.

Tabla 4.
Ensambladoras que lideran la cadena global de valor de la industria aeronáutica

Firma	Descripción	Planes estratégicos futuros	Segmento de mercado que atiende
Boeing	Es la mayor constructora de aviones y helicópteros civiles y militares del mundo.	Su presencia estará enfocada en los nuevos reactores y los avances en aviación sostenible y autónoma.	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.
Airbus	Compañía aeronáutica y espacial más grande de Europa y líder mundial.	Continuar desarrollando el diseño y la tecnología de aeronaves y motores en busca de mejoras en la eficiencia del combustible y la reducción de las emisiones de CO2. Apoya la comercialización de combustibles de aviación sostenibles y alternativos.	Abarca los segmentos de aviones comerciales, helicópteros, defensa, espacio y seguridad.
Embraer	Es uno de los principales fabricantes mundiales de aviones comerciales y ejecutivos, con un volumen considerable y creciente de operaciones en defensa y seguridad. En aviación comercial, cuentan con una cartera de clientes de más de 100 aerolíneas en 60 países.	La esencia de la estrategia empresarial de Embraer gira en torno a la innovación, como parte de sus investigaciones se encuentra su nuevo avión de la familia <i>Energia</i> . El concepto es parte del programa de ingeniería de Embraer que apunta a lograr cero emisiones de contaminantes en la industria de la aviación para 2050.	Venta de aviones turboprop y region comerciales y militares.

Continuación Tabla 4.
Ensambladoras que lideran la cadena global de valor de la industria aeronáutica

Firma	Descripción	Planes estratégicos futuros	Segmento de mercado que atiende
Bombardier	Fabricante líder mundial de aviones de negocios con una red global de centros de servicio. Diseñan jets privados.	En el futuro, se centrarán en los aviones de negocios, donde Bombardier es un líder de mercado fuerte y bien establecido. En su compromiso para lograr una aviación más verde, la empresa utiliza combustible sustentable en sus vuelos de exhibición, acción que pretende ampliar a todas sus aeronaves.	Entre los productos más populares de Bombardier Aerospace están el avión regional Dash 8, así como los CRJ100/200/440, y CRJ700/900/1000. También fabrica el avión anfibia CL-415 especializado en tareas de extinción de incendios, así como los aviones de negocios Global Express y Challenger 600.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Boeing (2022); Airbus (2022), Embraer (2022) y Bombardier (2022).

Además de las ensambladoras, en aeronáutica existen diversas organizaciones internacionales, que marcan las pautas a seguir en cuanto a normas, operaciones y métodos para el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional (Véase Tabla 5). Esta información es relevante, porque dichas organizaciones son las que dictan los cambios y acciones a implementar en un futuro y que deberán ser considerados por los demás integrantes de la CGV a mediano y largo plazo.

Tabla 5.

Organismos Internacionales asociados a la industria aeronáutica.

Organismo	Descripción	Objetivos Estratégicos
Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)	Es un organismo especializado de las Naciones Unidas, creada en 1944 para promover el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional en todo el mundo.	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad • Capacidad y Eficiencia de la Navegación Aérea • Desarrollo Económico del Transporte Aéreo • Protección del Medio Ambiente
La Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA)	Es la asociación comercial de las aerolíneas del mundo, que representa aproximadamente a 290 aerolíneas, equivalente al 83% del tráfico aéreo total.	<ul style="list-style-type: none"> • Medio ambiente y sostenibilidad • Seguridad • Diversidad • Comercio

Continuación Tabla 5.

Organismos Internacionales asociados a la industria aeronáutica.

Organismo	Descripción	Objetivos Estratégicos
Consejo Internacional de Coordinación de Asociaciones de Industrias Aeroespaciales (ICCAIA)	Es una organización global, que representa los intereses de los fabricantes de muchas regiones diferentes. Los miembros de ICCAIA ahora incluyen asociaciones de Canadá, Japón, Brasil, México, Singapur y Malasia. En 2021, ICCAIA creó un nivel de membresía, llamado Asociado, que fue diseñado específicamente para adaptarse a las necesidades de las Asociaciones con una membresía propia más pequeña.	Fomentar el crecimiento de la industria manufacturera aeroespacial mundial mediante: <ul style="list-style-type: none">• Apoyar el desarrollo de estándares efectivos para un transporte aéreo seguro, protegido y eficiente• Aumento de la capacidad de la aviación civil internacional• Armonizar las políticas y reglamentos de aviación civil en la mayor medida posible• Proporcionar conocimientos técnicos

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de: OACI (2022); IATA (2022); ICCAIA (2022).

Como se observa en las Tablas 3 y 4, las estrategias empresariales y de los Organismos No Gubernamentales, se enfocan a migrar hacia una aviación sostenible, cuyos procesos de fabricación y operación sean amigables con el medio ambiente, lo cual, solo se conseguirá si se realizan inversiones en I+D+i, encaminadas a buscar soluciones en materiales y componentes más ligeros y resistentes, nuevas alternativas de combustibles, así como la adopción de tecnologías emergentes para reducir costos y tiempos de producción (OACI, 2022); IATA, 2022; ICCAIA, 2022). Esto es importante para las empresas mexicanas que forman parte de los eslabones de la CGV ya que en un futuro tendrán que atender los nuevos requerimientos de las ensambladoras, migrando hacia actividades y usos de materiales y componentes amigables con el medio ambiente.

2.1.2. Normatividad en la industria aeroespacial

Como se mencionó, una de las características de la industria aeroespacial son los altos estándares de calidad, por ello se realizó una adaptación a la Normas ISO 9001, con el objetivo de crear normas de calidad de aplicación exclusiva a dicha industria. Denominadas como normas AS, su finalidad es garantizar que los productos y servicios generados en la industria aeroespacial cumplan con los más

altos estándares de seguridad y productividad para las personas que trabajan en la astronáutica, las aeronaves militares u otras organizaciones aeroespaciales (AIQG, 2022).

Estas **normas AS**, a su vez se clasifican en normas aplicables a las empresas proveedoras de productos y servicios, aquellas que se dedican al mantenimiento, reparación y operaciones y por último la norma aplicable a almacenistas y distribuidores de piezas que trabajan en la industria aeroespacial o que tenga socios en dicha industria (AIQG, 2022), incluyen:

- Fabricantes de componentes y materiales aeronáuticos
- Diseñadores de piezas aeroespaciales
- Organizaciones de gestión de calidad que trabajen con fabricantes de la industria aeroespacial
- Otras organizaciones que trabajen con la industria aeroespacial, de forma regular o irregular.

La Norma AS 9110 está destinada a empresas cuya actividad principal es la provisión de servicios de mantenimiento o gestión de la aeronavegabilidad para productos de aviación civil o militar y para fabricantes originales que incluyan actividades de mantenimiento, reparación o revisión autónomas.

La Norma AS 9120 es la norma aplicable a almacenistas y distribuidores de piezas para los fabricantes proveedores de la industria aeroespacial. Elaborada por el Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial (IAQG por sus siglas en inglés) junto con representantes de empresas del sector de la aviación, espacio y defensa de América, Asia/Pacífico y Europa, estandariza los requisitos para los sistemas de gestión de calidad.

Las normas antes descritas no son obligatorias de conformidad con las leyes nacionales o internacionales, sin embargo, la mayoría de las organizaciones que

operan en la industria aeroespacial son responsables de certificarse. El no contar con las certificaciones requeridas, se considera como una limitante para pertenecer a la CGV.

También existen las normas emitidas por la Administración Federal de Aviación (Federal Aviation Administration/FAA) las cuales regulan aspectos como el diseño y mantenimiento de aeronaves, vuelos frecuentes de aerolíneas, actividades de entrenamiento de pilotos, vuelo de globos aerostáticos, aeronaves más ligeras que el aire, peso de estructuras artificiales, operaciones de sistemas de aeronaves no tripuladas y drones, y vuelo de cometas. El objetivo principal de estas reglas es promover la seguridad en la aviación. (FAA, 2012)

2.2. La industria aeroespacial en el contexto mexicano

La industria aeroespacial se caracteriza por una gran cantidad de procesos productivos de alto valor agregado capaces de generar derramas de conocimiento a través del establecimiento de vínculos con la economía local, lo que influye en el desarrollo de capacidades en las firmas mexicanas, ya que para ser competitivas a nivel internacional, se requiere de mejores productos de manera más eficiente, y del desarrollo de actividades más especializadas. (Humphrey y Schmitz, 2002; Keesing y Lall, 1992; Casalet et al, 2011)

Para el desarrollo de la industria aeroespacial y de defensa en México, se acordó definir estrategias para identificar y desarrollar las vocaciones productivas de los clústeres aeroespaciales en el país, contando con 5 clústeres localizados en los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Nuevo León y Querétaro. Las capacidades productivas de esta industria ubicada en México la han llevado a convertirse en la sexta proveedora de la industria aeroespacial para Estados Unidos, estimándose exportaciones por 7,500 millones de dólares para 2017, cifra 18% superior a la alcanzada en 2014. (Vázquez & Bocanegra, 2018)

La industria aeroespacial en México está catalogada como estratégica, por su contribución al Producto Interno Bruto, generación de empleos y atracción de inversión extranjera directa. Desde 2013, se ha incrementado el número de empresas aeroespaciales (de 295 a 365 en 2023) y se espera que durante 2024, ésta cifra llegue a 380. Durante 2023, los ingresos asociados a la industria aeroespacial alcanzaron los 9.720 millones de dólares y según prospectivas se espera que crezca un 15% en los próximos 5 años hasta alcanzar los 19.710 millones de dólares en 2028. (Mordor Intelligence, 2023)

En cuanto al personal ocupado se refiere, en 2013 se estimaba una participación de 41,000 empleos directos, cifra que ha crecido considerablemente en los últimos años a pesar de los despidos que se generaron durante 2020 y 2021. En 2023 se contabilizan 58 000 empleos directos y se espera que para 2024 ésta cifra se incremente a 65 000 empleos. (Mexico Now, 2023)

En 2014, FEMIA en conjunto con la Secretaría de Economía realizó un análisis para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la industria aeroespacial en México. En este análisis se resaltan fortalezas como el crecimiento que ha tenido la industria en las últimas décadas. En contraparte, las debilidades que se oponen al desarrollo de una industria local, resaltan como primer punto: una cadena de suministro débil y baja incorporación de proveeduría nacional, lo que se refleja en la baja integración de firmas mexicanas. (FEMIA y SE, 2014)

También se identificaron: i. Falta de capital humano con experiencia en tecnología aeroespacial y a nivel gerencial (formación especializada), ii. Falta de mecanismos para el logro de las certificaciones, iii. La necesidad de mejorar la organización y efectividad en planes Gobierno-Industria-Academia, iv. Una baja incorporación de tecnología a procesos de manufactura, v. Falta de reglas claras y continuidad para la obtención de recursos que promuevan el desarrollo tecnológico, y vi. La falta de infraestructura tecnológica adecuada que demanda el sector. (FEMIA y SE, 2014)

La industria aeronáutica y espacial suele diferenciarse de otras industrias por la gran cantidad de certificaciones requeridas para ser proveedor, la necesidad de invertir en tecnología y la relación volumen – variedad de los componentes. Por ejemplo; la industria automotriz requiere de un alto volumen de piezas y componentes y baja variedad de las mismas, sin embargo, la industria aeronáutica, requiere de un bajo volumen y una alta diversidad de sus piezas y componentes. (Lizcano, 2022)

De igual manera, se presentan ciclos de salida al mercado (*time to market*) muy largos, ya que la producción de una aeronave oscilan entre los 5 y 10 años, por lo que una vez que se es partícipe en la CGV, las relaciones proveedor – comprador, tienden a ser a largo plazo (Lizcano, 2022).

En 2023, casi el 79% de las empresas que operan en México son fabricantes de productos aeroespaciales, entre las ventajas competitivas que posee el país se encuentran su cercanía con Estados Unidos (donde se encuentran algunos de las ensambladoras aeroespaciales más grandes del mundo); los bajos costos laborales; además las capacidades de los fabricantes mexicanos incluyen varios componentes de nivel 1, 2 y 3, que van desde turbinas, fuselajes y sensores para motores a reacción hasta sujetadores en el fuselaje (Lizcano, 2022).

Se estima que en los próximos años, factores como las nuevas iniciativas para integrar a proveedores locales más pequeños en la industria aeroespacial mexicana, el apoyo del gobierno para ayudar a las empresas más pequeñas y las oportunidades generadas por los acuerdos comerciales entre Estados Unidos, Canadá y México mejorarán la posición de éste último a nivel mundial (Monitor Intelligence, 2023).

2.4.1. Principales clústeres aeroespaciales en México

Firmas como Bombardier, Grupo Safran, General Electric, Honeywell y Airbus, entre otras, han instalado filiales a lo largo del territorio mexicano, implementando también, centros de diseño e ingeniería, laboratorios especializados y líneas de producción para el desarrollo de nuevos motores, componentes y fuselajes. También se cuenta con presencia de firmas como son Boeing, Sukhoi, Embraer, AVIC – Aviation Industry Corporation in China, COMAC y MITSUBISHI Aircraft Corporation, las cuales, han aprovechado la mano de obra calificada, así como los beneficios asociados a la cercanía con Estados Unidos y las partidas arancelarias preferentes derivadas de la firma de convenios internacionales en materia comercial.

La industria tiene presencia en 19 estados de la República Mexicana, sin embargo, el mayor desarrollo se presenta en 5 entidades federativas, donde se han desarrollado clústeres aeroespaciales (Véase Figura 4).

Figura 4.

Localización de clasificación 336410 Fabricación de equipo aeroespacial.



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de INEGI, 2022.

Baja Aerospace Cluster: es el centro aeroespacial más antiguo y de mayor tamaño en México, cuenta con con más de 200 empresas, instituciones educativas y centros de investigación, colaboran en seis segmentos de negocio: 1. Aviación Comercial, 2. Defensa, 3. Espacio, 4. Drones, 5. MRO/R&O (mantenimiento, reparación y operaciones) y 6. Cargo Aéreo Logístico. Una de las principales actividades desarrolladas es la innovación en el diseño de interiores y test de integración completa. En cuanto a manufactura se refiere, se realizan actividades relacionadas con el uso de maquinaria de precisión, sistemas eléctricos e hidráulicos y procesos de conformación de placas metálicas. Es el segundo destino de la IED del sector, con una inversión acumulada de 716,69 millones de dólares (periodo 1999-3T 2020). Cuenta con participación de empresas provenientes de Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Alemania, Suecia, Taiwán y México, entre las que destacan Honeywell, Grupo Safran, Collins Aerospace, Gulfstream y Lockheed Martin. (ICEX, 2020)

Chihuahua's Aerospace Clúster: Es una asociación de empresas que opera bajo el modelo de triple hélice, se ha especializado en la maquinaria de alta precisión, aeropartes, arneses, equipamiento para aterrizajes de emergencia en el mar, asientos y tratamientos térmicos y químicos para metales. Se sitúa en tercer lugar por IED acumulada con 682,56 millones de dólares recibidos (periodo 1999-3T 2020). Como parte del clúster se encuentran empresas multinacionales como: Safran Aerosystem, Safran Electrical & Power, GKN, Dart, Metal Finishing, Tighitco, Arnprior Aerospace, Atlas Group, Nordam, Lisi Aerospace, Chandler Industries, Soisa Aircraft interiors, Altaser, HT-MX, MAKINOVO, CBQ Technologies, Meins Industries (Chihuahua's Aerospace, 2022). La ciudad de Chihuahua cuenta con un reconocimiento como la ciudad Aeroespacial del futuro.

Monterrey Aerocluster: Es una Asociación Civil que opera bajo el modelo de triple hélice y cuyo objetivo es promover la integración regional para el desarrollo del sector aeroespacial en el estado de Nuevo León. Está conformado por 22 empresas

del sector aeroespacial dedicadas a brindar servicios de Mantenimiento, Reparación y Operación de aeronaves (MRO), manufactura de componentes aeroespaciales, entre otros, algunas de las principales empresas son Aero Alterno, Azor, Aerovitro, Aeisa, Cimsamex, Hemaq, Mimsa y Quimmco.

Sonora: Es el segundo clúster aeroespacial más grande del país. De acuerdo con cifras de la Secretaría de Economía del estado, en Sonora se encuentran establecidas más de 70 empresas del sector aeroespacial, las cuales están ubicadas en diversos municipios y brindan empleo a más de 20,000 personas. La entidad es líder nacional en la fabricación de turbinas, además de que cuenta con el mayor centro de fabricación de componentes de motores aéreos de México

Clúster Aeroespacial de Querétaro: Es el primer receptor de Inversión Extranjera directa a nivel nacional con una inversión acumulada de 989,71 millones de dólares al tercer trimestre de 2020. Los productos exportados son mercancías para el ensamblaje, fabricación de aeronaves o aeropartes, turborreactores, trenes de aterrizaje y sus partes, y mercancías destinadas a la reparación o mantenimiento de aeronaves y sus partes. Algunas de las firmas localizadas en este territorio son: Bombardier, Aernova, Airbus, Aero TTP, ETU División Aeronáutica, Global Composites Manufacturing, HYRSA, ITP Aero, RYMSA y PCNC, entre otras.

Clústeres nacientes: A finales de 2020 y principios de 2021, proyectos de inversión en la industria aeroespacial se concretaron en diferentes estados de la República Mexicana, entre ellos Sinaloa, donde se creó el **Clúster Aeroespacial de Sinaloa (CAS)** en el contexto del desarrollo del MZT Aerospace Park. Dicho clúster tiene como objetivo apoyar a la industria aeroespacial en la región y el país en áreas de desarrollo tecnológico e innovación, capacitación y desarrollo del talento profesional, así como atender las demandas de mercado y proveeduría con un enfoque global.

Clúster Aeroespacial del Bajío: Es el sexto proveedor aeroespacial de Estados Unidos de América y para 2025, espera ser el décimo proveedor a nivel mundial, entre los componentes que exporta se encuentran sistemas de propulsión, estructuras, sistemas de aterrizaje eléctricos y de precisión.

La Tabla 6, presenta un resumen de los clústeres antes descritos, ciudades donde se localizan, número de firmas que los componen, principales empresas multinacionales, así como universidades y centros de investigación en materia aeroespacial.

Tabla 6.
Resumen principales clústeres aeroespaciales en México.

Estado	Especialidad	Número de empresas	Principales empresas	Universidades y Centros de Investigación
Baja California: -Mexicali -Tecate -Tijuana *La Paz	Eléctrico y electrónico Partes para motor Instrumentos de control y navegación Ingeniería y diseño Eléctrico, Electrónico, manufactura de partes	59	Honeywell Aerospace UTC Aerospace Systems GKN Aerospace	Centro de Investigación en Manufactura Avanzada (CIMA) Centro de Investigación y Tecnología de Honeywell en México
Sonora: -Hermosillo -Guaymas -Ciudad Obregón	Maquinado de alta precisión de componentes de turbina Arneses y cables	45	Maquilas Tetakawi Sonitronics Qet Tech	Instituto Aeroespacial en Manufactura Avanzada de Sonora Centro Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación para el sector aeroespacial (CIDITSA)
Querétaro: -Querétaro	Partes de Fuselaje Trenes de aterrizaje Maquinados de precisión	33	Bombardier Grupo Safran Aeronova General Electric	Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas (CENTA) General Electric Infraestructura Querétaro (GEIQ) Centro de Investigación en Estudios Avanzados (CINVESTAV Querétaro) Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ) Centro Nacional de Metrología (CENAM) Unidad de Alta Tecnología (UAT-UNAM) Centro de Investigación en Tecnologías Avanzadas (CICATA)
Chihuahua: -Ciudad Juárez -Chihuahua	Aeroestructuras Fuselaje Maquinados de precisión para turbinas	32	Zodiac Hawker Honeywell	Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CEMAV) Centro de Innovación Industrial para el Sector Aeroespacial (CIIA)

Continuación Tabla 6.
Resumen principales clústeres aeroespaciales en México.

Estado	Especialidad	Número de empresas	Principales empresas	Universidades y Centros de Investigación
Nuevo León: -Apodaca -Monterrey -Santa Catarina	Fuselaje de helicópteros Arnese y anillos de materiales especiales	32	Monterrey Aerospace Friza	Centro de Desarrollo en Ingeniería Industrial (CIDESI) Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería Aeronáutica (CIIIA-UANL) Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) Centro de Investigación en Química Aplicada Unidad Monterrey Centro de Investigación en Matemáticas AC Unidad Monterrey

Fuente: Adaptado y actualizado de Vázquez (2018) y Solleiro (2018).

Carrillo y Hualde (2009) explican que la región centro-norte de México ha destacado en la atracción de inversiones debido al papel que juegan las instituciones de educación superior en la formación de capital humano para la industria aeroespacial. Querétaro es un ejemplo de la importante colaboración de empresas como Bombardier, que alberga a la universidad tecnológica de Querétaro para que los estudiantes tengan la formación práctica que requieren.

Las firmas pertenecientes a la industria aeroespacial tienen presencia en menor medida en los estados de Durango, San Luis Potosí, Yucatán y Zacatecas. En estados como Guanajuato, Sinaloa y Aguascalientes se presenta evidencia de clústeres aeroespaciales nacientes¹⁰.

2.4.2. Pequeñas y medianas empresas aeronáuticas mexicanas

Entre las particularidades de la industria aeronáutica se encuentran las siguientes:

i) necesidad de grandes inversiones, ii) retorno de inversión y ciclos de producción

¹⁰ Clústeres nacientes: concentración de empresas de carácter industrial, instituciones especializadas en una actividad económica específica. Los vínculos entre las empresas, industrias e instituciones son lábiles e incipientes, y se generan en torno a necesidades en común (Noussan, 2021).

muy largos, iii) certificaciones apegadas a los requerimientos de la industria y iv) alto nivel tecnológico en el diseño y en la manufactura; v) fuerte dependencia de la innovación y a las actividades de investigación y desarrollo (I+D) (Niosi y Zhegu, 2005); vi) programas de alto coste y riesgo, vii) producción en series cortas y con alto valor añadido. (Hernández, 2015)

Las pequeñas y medianas empresas que participan como proveedores en dicha cadena global de valor suelen ser heterogéneas por el desarrollo de sus funciones, debido a la multiplicidad de disciplinas requeridas para la producción de un bien final y a la complejidad del sistema productivo, la cual, a pesar de ser descentralizada, se encuentra dominada por las grandes ensambladoras. (Casalet, 2013)

De acuerdo con Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) a lo largo de la República Mexicana existen 365 empresas dedicadas a la producción de bienes y servicios en la industria aeroespacial (INEGI, 2022). De las cuales, el 26% se localiza en Baja California, el 25% en Sonora, el 20% en Chihuahua y el 16% en Querétaro.

Finalmente, en seguimiento a los criterios de inclusión, se identificaron las pequeñas y medianas empresas miembros de Aeroclúster de Querétaro y cuyo capital de origen es mexicano, mismas que se enlistan a continuación: Add Engineering, Adman Leku, Aeroumbra, CM Industrial, Elastómeros de Querétaro, ETU División Aeronáutica, Horizontec, Hyrsa, NC Tech, Optimen, PCNC, Redwings, Rymsa, Tridi.

2.4.3. Entrevistas a actores clave de la industria aeroespacial en México

La investigación se realizó en época de pandemia, por tal motivo, se recurrió a entrevistar a actores clave de la industria aeroespacial en México para conocer la situación del sector en esos momentos; se consideraron representantes o directivos

de asociaciones civiles, investigadores y empresarios. Se localizaron 15 actores clave de la industria utilizando la técnica de “bola de nieve”.

Se utilizó una guía de entrevista semiestructurada la cual permitió identificar aspectos sobre el impacto de la pandemia a nivel nacional, oportunidades de crecimiento y recuperación del mercado mexicano, importancia de la innovación y apoyos gubernamentales. La información recabada se resume en la Tabla 7.

Tabla 7.

Resultados entrevistas semiestructuradas a 15 actores clave de la industria

Preguntas	Resultados
<p>¿Cómo se percibe el desarrollo de la industria aeroespacial mexicana después de la crisis generada por la aparición del virus SARS-Cov-2?</p>	<p>Una de las industrias más afectadas a nivel mundial fue la aviación, se cancelaron las entregas de aviones y eso tuvo repercusiones en toda la cadena de valor, México no fue la excepción porque algunas empresas mexicanas son proveedores de las ensambladoras Bombardier y Airbus.</p> <p>A nivel mundial, muchas empresas ya no tuvieron la solvencia económica por lo que decidieron cerrar sus plantas. También hubo despidos masivos, principalmente en el área de mantenimiento, reparación y operaciones.</p> <p>La principal desventaja que tuvo la industria aeroespacial en México es que no estaba declarada como sector estratégico, por lo que, cuando se dio la apertura de plantas en Estados Unidos (principal destino de las exportaciones mexicana en materia aeroespacial) y se reactivó el ensamblaje de aviones, en México no se podían abrir las instalaciones y no existían protocolos para la reactivación de actividades.</p> <p>Para solucionar este problema, FEMIA y los representantes de los clústeres actuaron como intermediarios para que las plantas pudieran abrirse lo antes posible.</p> <p>A nivel mundial se estima que el sector vuelva a las cifras que se tenían antes de la pandemia entre 5 y 10 años, en el caso mexicano se espera que sea entre 10 y 15 años.</p>
<p>¿Qué oportunidades tienen las Pyme mexicanas de permanecer en la CGV</p>	<p>Las Pyme mexicanas tienen muchas probabilidades de permanecer y mejorar su participación en la CGV. Ante el cierre de empresas a nivel mundial, las ensambladoras están buscando nuevos proveedores. Las empresas mexicanas tienen</p>

Preguntas	Resultados
<p>ante los cambios surgidos en la industria?</p>	<p>experiencia, ya cuentan con certificaciones y la cercanía con Estados Unidos sigue siendo una fortaleza.</p> <p>Entre las desventajas se encuentra la diferencia de tecnología, especialmente con las empresas asiáticas quienes reducen costos mediante el uso de maquinaria o tecnología más avanzada que la que utilizamos en México.</p>
<p>¿Qué capacidades tendrían que desarrollar las Pyme para escalar en la CGV de la industria aeroespacial?</p>	<p>Necesitan mejorar sus procesos, invertir en innovación y diversificar sus productos.</p> <p>A diferencia de otros sectores, en el aeroespacial el volumen que se compra es menor, pero se requiere de más variedad de piezas y componentes. Por lo que, participar en la producción de otras piezas similares a las que ya se producen, puede ampliar su participación en la CGV.</p>
<p>¿Qué estrategias se han implementado para estimular el crecimiento de la industria a nivel nacional?</p>	<p>Desde FEMIA se cuenta con un programa de formación de proveedores para la industria aeroespacial y también existe una representación a nivel internacional.</p> <p>Los clústeres también trabajan de manera directa con sus miembros y con los gobiernos estatales, ellos están en búsqueda de atracción de IED.</p> <p>También se participa en foros, congresos y ferias internacionales.</p> <p>A nivel gobierno, la SEDENA organiza la Feria Aeroespacial Mexicana.</p>
<p>¿Qué importancia se le da a la generación de innovaciones y desarrollos tecnológicos en la industria aeroespacial mexicana?</p>	<p>A nivel mundial, la industria aeroespacial se caracteriza por su alto contenido tecnológico, gran parte de la tecnología utilizada en la parte aeronáutica primero fue utilizada en el sector espacial.</p> <p>Los EMN invierten grandes cantidades de dinero cada año en actividades de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, sin embargo estas actividades se localizan en las matrices de las ensambladoras.</p>

Preguntas	Resultados
	<p>Para la empresas mexicanas la innovación es importante, sin embargo no cuentan con mecanismos de propiedad intelectual, estas por lo general innovan en procesos, para hacerlos más estilizados, reducir costos y cumplir con los estándares de calidad requeridos por las ensambladoras.</p> <p>Una empresa mexicana difícilmente invertirá en innovaciones en productos porque las especificaciones de partes y componentes, así como los materiales con que estos deben ser fabricados y ensamblados son establecidos por las ensambladoras y cumplir las certificaciones requeridas por las Normas AS y la FAA, esto con la finalidad de garantizar la seguridad y disminuir los riesgos de operación de las aeronaves.</p>
<p>¿Cuál considera que ha sido el principal obstáculo para la adquisición de nuevas tecnologías?</p>	<p>Son tecnologías muy costosas, en una primera etapa, las empresas que se insertaron como proveedoras de la industria aeroespacial tuvieron que invertir en certificaciones y capacitación, además, el tiempo de retorno de inversión es muy lento. Las últimas tecnologías también cuentan con mecanismos de propiedad intelectual y en México los trámites de transferencia de tecnología son muy complicados.</p>
<p>¿Cuál es el papel que desempeñan las OEM en México para que las Pyme desarrollen innovaciones?</p>	<p>Las ensambladoras difícilmente apoyaran a que las Pyme desarrollen innovaciones, pero la exigencia que éstas tienen en cuestiones de calidad, costos y tiempos de entrega han propiciado que las Pyme innoven principalmente en procesos.</p> <p>Con la desaparición de proveedores a nivel mundial, las ensambladoras están recurriendo a empresas mexicanas para que éstas sean proveedores de más piezas y componentes, para agilizar este procesos, las ensambladores están compartiendo especificaciones y planos de las piezas que antes proveían otras empresas.</p>
<p>La normatividad existente ha propiciado o limitado el desarrollo de innovaciones?</p>	<p>La normatividad aplicable a la industria aeronáutica existente el desarrollo de innovaciones en las Pyme, se deben cumplir con estándares de calidad impuestos por organismos no gubernamentales, además de que es difícil que una innovación generada en una Pyme pueda ser utilizada en el ensamblaje de una aeronave.</p> <p>Además, en el caso mexicano, los cambios implementados en el CONACyT, la desaparición de apoyos gubernamentales como el Fondo de Investigación Tecnológica o el Programa de Estímulos a la Investigación dificultan aún más que las empresas generen innovaciones.</p>
<p>Los cambios y regulaciones en materia</p>	<p>A nivel mundial si, las EMN han invertido en la generación de nuevos materiales, mas resistentes y ligeros, se busca modificar</p>

Preguntas	Resultados
<p>medioambiental han propiciado el desarrollo de innovaciones en la firma.</p>	<p>los procesos productivos para eliminar los residuos de metales pesados como el cadmio.</p> <p>También se están realizando investigaciones para cambiar los motores de las aeronaves y que estos generen una menor cantidad de gases efecto invernadero.</p> <p>Estas innovaciones aún no se han materializado en las empresas mexicanas, hay esfuerzos a nivel estatal, por ejemplo el gobierno de Querétaro está implementando medidas para que las empresas participen en el modelo de economía circular.</p> <p>También hay eventos que incentivan a las empresas mexicanas a resolver problemas específicos con la participación de estudiantes y académicos, basándose en ideas que contribuyan al cuidado del medio ambiente.</p>
<p>¿Cuáles son los principales retos o problemas que se han tenido en México para que en la industria aeroespacial se generen innovaciones o desarrollos tecnológicos?</p>	<p>La mayoría de las empresas mexicanas sólo cumplen con los requerimientos de las ensambladoras, ellas son quienes dictan tiempos, calidad, cantidad y características de los productos y servicios.</p> <p>Además es una industria muy costosa.</p>
<p>¿Considera que la innovación es un factor clave para el escalamiento de las Pyme en la CGV de la industria aeroespacial?</p>	<p>Las empresas tendrán esclamamiento si las ensambladoras así lo requieren, sin embargo innovar puede facilitar que las empresas de capital nacional puedan atender nuevos requerimientos de las EMN.</p>
<p>¿Considera que el escalamiento que han tenido algunas empresas mexicanas es resultado de los procesos de innovación y adquisición de nuevas tecnologías?</p>	<p>El escalamiento que han tenido las empresas es porque cuentan con las certificaciones requeridas, han establecido lazos de confianza con las transnacionales al cumplir con los estándares de calidad, tiempos de entrega y costos.</p> <p>Una forma de cumplir con estos aspectos es mediante la adquisición de tecnología, pero también se necesita personal altamente capacitado.</p>
<p>A su consideración, ¿cuáles son los factores críticos que pueden facilitar el escalamiento de las Pyme en la la CGV</p>	<p>Las certificaciones en calidad, costos, diversificación de la producción y tecnología.</p> <p>Las empresas deben cumplir con los estándares de calidad y con los tiempos de entrega para realizar los subensamblajes.</p>

Preguntas	Resultados
de la industria aeroespacial?	Adquirir tecnología puede contribuir a que mejoren los procesos de manufactura, pero es importante que cuenten con personal altamente capacitado que pueda operarlo.
¿Qué mecanismos considera oportunos para que las Pyme detecten los cambios surgidos en el entorno?	<p>Muchas empresas han recurrido a consultoras para hacer ejercicios de benchmarking, participan en foros, congresos, webinars.</p> <p>El trabajo en conjunto y el intercambio de ideas que se genera en los clústeres también ha sido importante, así como la participación en ferias y exposiciones nacionales e internacionales y en encuentros de negocios.</p>

Elaboración propia con las entrevistas realizadas a 15 expertos de la industria

En resumen, la pandemia afectó a toda la cadena global de valor de la industria aeroespacial y se espera que el tiempo de recuperación oscile entre los 10 y 15 años.

El escalamiento de las Pyme mexicanas está en dependencia de los requerimientos de las ensambladoras, sin embargo, las Pyme mexicanas podrían beneficiarse después de la pandemia por los cambios surgidos a nivel mundial. Estas deben contar con las certificaciones requeridas, maquinaria y personal altamente capacitado, ser competitivas en costos y cumplir con los tiempos de entrega.

Las innovaciones que se generan en las empresas mexicanas por lo general son de proceso y no se cuentan con mecanismos de propiedad intelectual.

CAPÍTULO 3

Capacidades dinámicas, derramas de conocimiento y cadena global de valor.

Capítulo 3. Capacidades dinámicas, derramas de conocimiento y cadena global de valor

En este capítulo se construye el marco analítico bajo un enfoque interactivo durante el proceso de investigación. Es decir, al tiempo que se recababa información en fuentes primarias y secundarias sobre la CGV de la industria aeroespacial, el funcionamiento del clúster y la participación de las Pyme mexicanas, se contrastó la realidad con conceptos teóricos clave que permitían analizar y explicar el fenómeno bajo estudio y explicar los hallazgos de la investigación. Elementos teóricos de cadenas globales de valor, sistemas de innovación y capacidades dinámicas (específicamente las capacidades tecnológicas, organizacionales, de absorción y gerenciales), las cuales son utilizadas para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por las empresas multinacionales se integran .

El punto de partida son los aportes de Penrose (1959) quien establece que el crecimiento de las empresas es un proceso acumulativo resultado de la interacción entre factores internos y externos; de manera particular las micro, pequeñas y medianas empresas enfrentan una serie de problemas derivados de las condiciones del entorno en que se desenvuelven, así como de sus propias limitaciones internas en cuanto a los recursos materiales y humanos que pueden acceder, movilizar y desplegar (Torres y Jasso, 2009).

3.1. Sistemas de innovación

Desde los trabajos preliminares de (Lundvall, 1992) el concepto de sistema de innovación (SI) ha sido ampliamente aceptado tanto en el ámbito académico como para la elaboración de políticas públicas (Suárez, 2018). Este se inscribe en el marco general de la teoría de la innovación y el cambio tecnológico, y el impacto que éstos tienen en el crecimiento y desarrollo económico de las naciones.

El enfoque de SI, retoma los aportes de Schumpeter (1912) para referirse a las interacciones a nivel micro-meso y macro que dan como resultado el desarrollo de innovaciones. También se retoman las ideas de Freeman y Soete (1997) donde la

infraestructura de conocimiento tendrá un rol clave tanto en el desarrollo de nuevos productos y procesos como en la formación de empresarios (y empleados) (Suárez, 2018); proponiendo que el aprendizaje tecnológico y la innovación no se basan exclusivamente en relaciones de mercado regidas por el precio, sino en una compleja trama de aprendizaje interactivo entre agentes diversos, en la que el entorno institucional y el marco organizacional tienen un papel crucial (Contreras, 2015).

Un **sistema de innovación** es definido como *“un sistema abierto, evolutivo y complejo, que acompaña las relaciones al interior y entre organizaciones, instituciones y estructuras socio-económicas, las que determinan el ritmo y dirección de la innovación y la creación de competencias que emanan de los procesos de aprendizaje basados tanto en ciencia como en la experiencia”* (Lundvall et al., 2009).

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 1997 p. 4) un sistema de innovación se caracteriza por *“la coordinación de los actores implicados en el proceso de innovación y de un conjunto complejo de relaciones entre aquellos que producen, difunden y aplican tipos variados de conocimientos con el propósito de mejorar el cambio tecnológico”*. Dicha coordinación, no se realiza solamente entre actores sino también entre redes, por ello un sistema de innovación constituido por redes locales que se articulan o no entre ellas, y se articulan o no a redes globales" (Bell y Callon, 1994, p. 120).

Este marco de análisis no sólo contempla a las organizaciones formales (universidades, centros de investigación y laboratorios) también se incluyen las actividades de difusión, absorción y uso de la innovación; por ello, el análisis no se centra sólo en el funcionamiento aislado de una empresa, también permite analizarlas en el entorno que interactúan, considerando a la innovación y el cambio tecnológico como determinantes para el crecimiento y desarrollo económico.

El concepto de Sistemas de Innovación se fundamenta en dos elementos centrales **1) la existencia de organizaciones que interactúan** (sistema) y la **2) generación de mejoras tecnológicas y organizacionales** (innovaciones) a partir del desarrollo

de capacidades al interior de las firmas. De acuerdo con Suárez (2018), además, algunos autores deciden incorporar un tercer elemento de análisis cuando el concepto es llevado a la práctica: **el enraizamiento geográfico** (nacional, regional o local) o **sectorial del sistema**.

Entre los componentes de los sistemas de innovación se consideran a **las organizaciones** (instituciones y empresas), el **entorno**, las **interacciones** y los **procesos de aprendizaje**. También se consideran el contexto a nivel **internacional** y **nacional**, al determinar el rumbo de las innovaciones.

Desde este enfoque, el papel de las instituciones se considera un actor fundamental en el desarrollo de las innovaciones, Johnson (1992) retoma el concepto de rutinas propuesto por Nelson y Winter (1982), para referirse a los hábitos generalizados y compartidos por la sociedad en general, o por un grupo determinado en particular, que influyen en la toma de decisiones y son propulsoras del cambio tecnológico. Freeman (1987) plantea que este cambio tecnológico no se genera de manera pasiva, sino que es un proceso de aprendizaje que se da a través de la práctica y el uso (*learning by doing & learning by use*).

Por su parte Rossegger (1987) y Nelson (1994, 1993) plantean que las innovaciones son posibles por la interacción que se da entre organizaciones y universidades o centros de investigación, gracias a la constante retroalimentación que se da entre éstas y a la profesionalización de actividades de I+D.

Por lo antes expuesto, los recursos y capacidades que poseen las pequeñas y medianas empresas, son de suma importancia para la creación y captura de valor que se da mediante la generación de innovaciones a través del aprovechamiento de las derramas de conocimiento por su interacción con empresas multinacionales.

3.2. Capacidades dinámicas para la generación de innovaciones

De acuerdo con Sturgeon (2011) y Kaplinsky (2002), se considera que además de los factores propios de las cadenas globales de valor, es necesario considerar los recursos y capacidades que poseen las empresas inmersas en el mercado mundial, por lo que, los diferentes participantes de la cadena pueden catalogarse en dos actores principales, las empresas líderes y los proveedores. De manera general, Torres y Jasso (2009) definen a las empresas como:

“Una empresa es una unidad administrativa y una colección de recursos productivos. Los recursos de una empresa están formados por elementos tangibles (plantas, equipo, materias primas, bienes intermedios) por recursos humanos (trabajadores administrativos, técnicos, obreros, etc.) y por elementos intangibles (marcas, patentes, prestigio, conocimientos). Estos recursos proporcionan una serie de diferentes servicios en el proceso productivo, por lo cual puede considerarse que las empresas consisten en un conjunto de servicios potenciales derivados de sus recursos tangibles e intangibles”.

Las **firmas líderes** son quienes establecen las estrategias, ponen las órdenes y en algunas ocasiones, asumen la responsabilidad de financiar algunos productos. Mientras tanto los **proveedores**, deben desarrollar los recursos y capacidades que les permita atender de manera oportuna los requerimientos de las firmas líderes a través de la implementación de distintas estrategias (Sturgeon, 2011; Kaplinsky, 2002).

El término **estrategia** tiene su origen el latín *strategia* que significa “*provincia bajo el mando de un general*”, y del griego *stratēgia* “*oficio del general*” (RAE, 2023). En la Teoría de la Administración es referido por primera vez por Alfred Chandler y Kenneth Andrews en el año de 1962, definiéndola como la determinación conjunta de objetivos de la empresa y de las líneas de acción para alcanzarlas.

También se define en términos generales como un patrón, es decir, coherencia de conducta en el tiempo. En este sentido, la estrategia concierne tanto a la organización como al ambiente *“Una premisa básica para pensar en la estrategia se refiere a la imposibilidad de separar a la organización de su entorno... “La organización utiliza a la estrategia para mantenerse en ambientes cambiantes”* (adaptado de Chaffe 1985 por Mintzberg (1987, p.31)

De acuerdo con Chiavenato (2017), es una elección compleja que involucra a toda la organización, y que consiste en tomar decisiones considerando los recursos y capacidades que posee la firma y el entorno en que se desempeña, es también, un patrón que integra los objetivos generales de una organización de manera coherente; por lo que, una estrategia bien formulada permite integrar dichos recursos y capacidades para anticiparse a los cambios surgidos en el entorno; por ello el concepto de las capacidades dinámicas ha tenido una gran importancia en la investigación teórica y en la aplicación práctica en diferentes organizaciones (Ambrosini y Bowman,2009).

Desde la teoría de recursos y capacidades, se analiza cómo las firmas logran y mantienen una ventaja competitiva, además de las fuentes de creación y captura de riqueza por parte de estas. En este sentido, Teece et al. (1997) se refieren a las nuevas formas de obtener una ventaja competitiva como *“capacidades dinámicas”* para destacar dos aspectos clave que no eran el principal foco de atención en las anteriores perspectivas estratégicas.

El término **"dinámico"** se refiere a la capacidad de renovar las competencias para lograr la congruencia con el cambiante entorno; se requieren ciertas respuestas innovadoras cuando el tiempo de comercialización y el calendario son críticos, el ritmo de cambio tecnológico es rápido y la naturaleza de la competencia y los mercados futuros es difícil de determinar. En segundo lugar, el término **"capacidades"** hace hincapié en el papel clave de la gestión estratégica a la hora de adaptar, integrar y reconfigurar adecuadamente las habilidades, los recursos y

las competencias funcionales internas y externas de la organización para satisfacer los requisitos de un entorno cambiante.

En entornos cambiantes y de alto contenido tecnológico, abiertos a la economía y competencia global, caracterizados por la dispersión geográfica y donde las firmas disponen de recursos para la innovación y la manufactura, mantener una ventaja competitiva requiere de un esfuerzo mayor que sólo poseer recursos difíciles de imitar; es necesario contar con mecanismos, como son tecnología, infraestructura, personal capacitado, entre otros, que le permitan a las organizaciones aprovechar sus capacidades y crear de manera continua, para eventualmente beneficiarse a través de la protección y explotación de dichos desarrollos. (Teece, 1997).

Lo antes expuesto, se dificulta cuando las firmas se encuentran insertas en cadenas globales de valor que, a su vez, responden tanto a las exigencias del mercado nacional como a cambios en el entorno a nivel internacional los cuales tienen efectos empresas multinacionales y, por ende, en sus proveedores a nivel global. (Petricevic & Teece 2019)

De acuerdo con Helfat & Winter (2011), las capacidades dinámicas deben ser construidas y desarrolladas en “casa”, volviéndolas heterogéneas por que pertenecen a una organización única e independiente y al mantenerse por largo tiempo, pueden ser fuente de ventaja competitiva.

Entre las capacidades necesarias para que las firmas se desempeñen de manera óptima, se encuentran las organizacionales y las tecnológicas. Por **capacidades organizacionales** se entiende las actividades y habilidades que tienen las empresas para organizar, coordinar, controlar y lograr las tareas en términos productivos y administrativos que demanda la empresa de manera eficaz (Chandler, 1990; Velásquez y Ceballos, 2008; Anderson, 2009; Zollo y Winter, 2002; Boonpattarakan, 2012; Stacey, 2003; Degrauel,).

Estas capacidades son importantes por que contribuyen a que la empresa resuelva de manera satisfactoria los problemas que surgen en la introducción y uso de tecnología, producción y servicios, búsqueda de recursos financieros, humanos y de información para el logro de la calidad en productos, servicios y procesos que permitan mantener y lograr la estrategia corporativa (Velásquez y Ceballos, 2008; Boonpattarakan, 2012; citados por Hernández, 2017).

Por otro lado, se entiende por **capacidades tecnológicas** como la forma en que las empresas identifican, adoptan, usan, dominan, modifican y/o crean tecnologías y hacen uso de conocimiento nuevo o existente para la elaboración de nuevos productos y mejora en productos y procesos (OECD, 2006; Dutrénit, 2000; Lall, 1992; Cohen y Levinthal, 1990; Villavicencio, 1994; Lundvall y Johnson, 1994; Utepi, 2007; Villavicencio et al., 1995; citados por Hernández, 2017).

Para el logro de las capacidades tecnológicas las empresas necesitan actividades de inversión y producción en equipos, infraestructura, bienes de capital, recursos humanos calificados y conocimiento codificado mediante patentes, manuales, entre otros (Schumpeter, 1989; Katz, 2015; Torres, 2006).

Además, también la **capacidad de absorción**, es un factor fundamental al momento de materializar el conocimiento adquirido en el entorno (Reilly y Sharkey, 2010), ya que "las empresas dependen cada vez más de los conocimientos adquiridos de otras empresas para facilitar el desarrollo de sus propias capacidades"(Lane y Lubakin, 1998, p. 473). La necesidad de percibir, aprovechar y transformar de manera continua las capacidades de la firma se contemplan en el marco de las capacidades dinámicas (Teece 1997; Zollo y Winter 2002), el cual, proporciona un mecanismo de análisis para la capacidad de absorción.

Diferentes estudios han abordado a la capacidad de absorción como una capacidad dinámica al establecerla como una ampliación del concepto original (Zahra y George, 2002; Zollo y Winter, 2002). Los principios establecidos de la **capacidad de absorción** son la adquisición, la asimilación, la transformación y la explotación

de los conocimientos (Zahra y George 2002), lo que brindara a la firma la flexibilidad necesaria para competir en entornos dinámicos y cambiantes (Ambrosini y Bowman 2009).

3.2.1. Capacidades de absorción y gerenciales para el aprovechamiento de las derramas de conocimiento

De acuerdo con Blomström y Sjöholm (1998); Sjöholm (1999); Blomström y Kokko (2003); Chudnovsky, et al (2008); Marin y Bell (2006); Dutrénit et al. (2009) uno de los efectos que tiene la inversión extranjera directa (IED) son las derramas tecnológicas de empresas trasnacionales hacia empresas locales.

Para propósitos de esta investigación, se entiende por **derramas de conocimiento**: *“los flujos involuntarios de conocimiento que se dan cuando parte del conocimiento generado por una organización se derrama de sus límites y se vuelve disponible hacia otras organizaciones”* (Escribano, Fosfuri y Tribo; 2005, p. 2).

Estos flujos de conocimiento pueden ser aprovechados o no por la capacidad de absorción que tengan las firmas. De acuerdo con Cohen y Levinthal (1990, p. 128), la **capacidad de absorción** *“es la habilidad de una empresa en reconocer el valor de información nueva y externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales, lo cual es crítico para sus capacidades innovativas”*. Mediante la absorción de conocimiento y aprendizaje, las firmas logran un impacto en el manejo efectivo de la tecnología, desempeño organizacional, mejoras en la capacidad de gestión y métodos de producción; éstas son específicas de cada empresa (Cohen y Levinthal, 1990; y Alcácer y Chung, 2003), ya que son reflejo de sus bases de conocimiento.

En este sentido, Findlay, (1978) propone que mientras más grandes sea la brecha tecnológica existente entre las empresas locales y las trasnacionales, mayores serán las oportunidades para beneficiarse de las derramas generadas en las firmas trasnacionales.

En sentido opuesto Kinoshita (2000); Görg y Greenaway, 2001 y Girma, 2002; evidencian que mientras más grande es la brecha tecnológica, menos probable es que las empresas locales cuenten con el capital humano, el *know-how* tecnológico, la infraestructura física y los canales de distribución necesarios para explotar y obtener beneficios de las derramas de conocimiento; ya que éstas últimas no cuentan con la capacidad de absorción requerida. Para las firmas localizadas en países en vías de desarrollo o para algunos sectores tradicionales, éstas no puede ser la fuente principal de generación de capacidades de absorción, y no puede ser empleada como indicador. En este caso, las operaciones de manufactura de la empresa, y la inversión directa a través de la capacitación o contratación del personal, juegan un papel crucial en la generación de capacidades de absorción (Dutrénit & Fuentes, 2009).

Las firmas con alto nivel de capacidades de absorción tienden a ser proactivas, explotan las oportunidades presentes en el ambiente, buscan oportunidades para desarrollar sus capacidades tecnológicas, son agentes de cambio, son capaces de beneficiarse en mayor medida del conocimiento externo (Cohen y Levinthal, 1990; Girma, 2002; y Giuliani, 2005), y tienden a establecer más vínculos con otros agentes locales (Giuliani, 2005).

Las firmas desarrollan estas capacidades a partir de la convivencia entre su personal, la adquisición de nuevas tecnologías, maquinaria o nuevas prácticas de trabajo y alianzas con otras firmas, lo cual, permite que se obtengan ventajas competitivas a través del desarrollo de prácticas de aprendizaje (Porter y Siggelkow, 2008); por lo antes expuesto, la sobrevivencia y la competitividad de las firmas dependerán de la adquisición de nuevos conocimientos e incorporarlos a las prácticas productivas que les permite integrarse a las CGV (Estrada, 2005; Pedroza y Ortiz, 2008; Porter y Millar, 1985; Yoguel y Fuchs, 2003).

Ya que el conocimiento es un factor que puede contribuir al crecimiento de las firmas y que éstas obtengan una ventaja competitiva, se puede asumir que mientras más conocimientos posea, mayor será su competitividad (Filieri y Algezau, 2014). En

este sentido, la forma en que una firma gestiona sus conocimientos y su capacidad de absorción puede influir en la implementación de estrategias de innovación dentro de la misma (Slater, Olson, & Sorensen, 2012; Liu, Hu y Kang, 2021).

De acuerdo con Chang et al. (2014) la capacidad de absorción permite a las empresas transformar los conocimientos adquiridos en productividad, fomenta la capacidad de innovación e impulsa la competitividad. Por lo anterior, al mejorar su capacidad de absorción, las firmas tienden a mejorar su capacidad de innovación (Limaj et al., 2016).

El proceso de innovación requiere una orquestación activa de los activos intangibles y tangibles por parte de empresarios y directivos. Esto es cierto tanto si el contexto es la pequeña como la gran empresa. Comprender esta orquestación es el centro del paradigma emergente de las capacidades dinámicas (Augier y Teece, 2009), el cual representa una oportunidad al presentar a la innovación, el aprendizaje organizacional y la administración del conocimiento como mecanismos que promueven el cambio organizacional, siendo la premisa de este enfoque la capacidad de interactuar con base en la reconfiguración de los recursos existentes y creación de nuevos (Fallon – Byrne & Harney, 2017).

Esta capacidad que tienen los directivos o administradores de percibir, aprovechar y transformar los cambios surgidos en el entorno (amenazas y oportunidad); dicha capacidad se conoce como **capacidad gerencial** y es definida como “la capacidad de construir, integrar y reconfigurar las competencias internas y externas para atender los cambios rápidos surgidos en el entorno”.

Las oportunidades percibidas por los administradores y que pueden contribuir al crecimiento de la empresa se basan en el conocimiento, el aprendizaje y las experiencias acumuladas. Lo aprendido, sobre todo en forma de activos intangibles, habilita la integración de conocimientos, experiencias y habilidades, lo que facilita a

su vez el traducir y comprender las nuevas áreas de conocimiento, e incrementar su acervo de estos recursos (Torres y Jasso, 2009).

En este sentido, el rol principal del administrador es modificar los recursos base existentes en la firma en búsqueda de la transformación intencional y la alineación con los supuestos estratégicos, extendiendo, modificando y creando capacidades ordinarias (Teece et al, 1997; Eisenhard & Martin 2000; Winter, 2003). En este paradigma, los directivos desempeñan un papel esencial tanto en la identificación como en la captación de nuevas oportunidades estratégicas, en la orquestación de las complementariedades necesarias y otros activos organizativos, y en la invención de modelos de negocio y formas organizativas (Teece, 2009).

En resumen, en un mundo interconectado las firmas constantemente toman decisiones que afectan tanto sus estructuras, capacidades y resultados como a los agentes con los que interactúan. El marco de las capacidades dinámicas, permite identificar los factores internos que pueden contribuir en el escalamiento de las empresas en la CGV, sin embargo, no logra capturar los procesos externos y vínculos existentes que involucran a un grupo de firmas (Kaplinsky, 2002), por lo que se sugiere integrar a la explicación teórica el enfoque de la Cadena Global de Valor (CGV). De acuerdo con Gereffi y Fernández – Stark (2011), se entiende por CGV “a todo el rango de actividades que desarrollan firmas y trabajadores para llevar un producto desde su concepción hasta su uso final y más allá. Esto incluye actividades tales como investigación y desarrollo (I+D), diseño, producción, mercadeo, distribución y soporte al consumidor final. Las actividades que abarca una cadena de valor pueden ser circunscriptas dentro de una sola firma o estar divididas entre diferentes”.

Con la instauración de empresas multinacionales en países en vías de desarrollo, también de originaron derramas de conocimiento, las cuales sólo pueden ser aprovechadas por las firmas que hayan desarrollado capacidades tecnológicas, organizacionales, gerenciales y de absorción, lo cual, puede facilitar el

aprovechamiento de oportunidades, captar los conocimientos y transformarlos en innovaciones para hacer más eficientes y eficaces los procesos y productos o servicios ofertados.

Entre los mecanismos propuestos para aprovechar las derramas de conocimientos se encuentran: demostración-imitación; movilidad de capital humano; competencia derivada de la estructura de mercado; vínculos extranjeros; vínculos de proveeduría; entrenamiento; y transferencia tecnológica directa (Blomström y Kokko, 1996 y 2003; Aitken y Harrison, 1999; Girma, Greenaway y Wakelin, 2000; Chudnovsky et al, 2008; Vera-Cruz y Dutrénit, 2005, y Jordaan, 2005 citados por Dutrenit y Fuentes, 2009).

- **Demostración – imitación:** ocurre cuando las empresas incrementan su productividad observando y copiando los procesos de las EMN que han introducido nuevo *know-how* (Dutrenit y Fuentes, 2009).
- **Movilidad del capital humano:** los trabajadores que cambian de empresa, llevan con ellos nuevo conocimiento, nuevas técnicas administrativas, y son agentes directos de la transferencia tecnológica. Este mecanismo puede representar una de las formas más importantes de derrama y suele darse a través de la contratación de trabajadores altamente capacitados y cuando este personal decide abrir su propia empresa.
- **Competencia derivada de la estructura de mercado:** esto ocurre cuando la llegada de EMN obliga a las empresas de capital nacional a tomar acciones para mantenerse vigentes en el mercado, esto puede hacerse mediante la adopción de nuevas tecnologías o la velocidad de imitación.
- **Vínculos extranjeros:** Las empresas de capital nacional pueden aprender de las EMN cómo exportar, ya que las actividades de venta en el extranjero involucran una serie de conocimientos sobre el mercado meta.
- **Vínculos de proveeduría:** La interacción entre EMN y empresas de capital nacional pueden favorecer las derramas de conocimiento cuando se crean vínculos de soporte con los proveedores y cuando las EMN fuerzan a otras

empresas para ser más eficientes en la producción de los insumos que necesitan.

- **Entrenamiento:** asociado a los vínculos de proveeduría, las EMN pueden capacitar a los empleados de las empresas proveedoras con el propósito de que incrementen sus habilidades y puedan cumplir con sus requerimientos de manera más eficiente.
- **Transferencia tecnológica directa:** ya que existe un vínculo de proveeduría, generalmente las EMN están interesadas en incrementar las capacidades tecnológicas de sus proveedores por lo que tienden a implementar actividades de transferencia tecnológica directa, con la finalidad de que las empresas de capital nacional cumplan con los requerimientos de calidad, volumen y tiempos de entrega.

El desarrollo de innovaciones requiere que las firmas implementen mejoras y cambios tanto en las operaciones técnicas como en los sistemas de organización, de acuerdo con Tidd (2008), la innovación no debe considerarse como un proceso aislado, la evidencia empírica sugiere que cuando la innovación se da de manera sistémica en las firmas y se involucran áreas que apoyen las inversiones y trabajos destinados a la I+D, las firmas obtiene mejores resultados y con ello, más valor para la organización. También, se debe considerar el entorno en que se desenvuelven las firmas, así como los procesos de interacción y co-evolución que se generan entre agentes ya sea de manera formal o informal.

3.3. Cadena global de valor e importancia de la producción a nivel mundial

Las Pyme mexicanas del Aeroclúster de Querétaro se encuentran integradas con EMN que organizan su producción en cadenas globales de valor (CGV) por lo que explicar su funcionamiento es esencial para comprender el papel juegan y sus oportunidades o amenazas. Las CGV, su gobernanza y el escalamiento son conceptos básicos que se explican a continuación.

a) Las cadenas globales de valor

La reestructuración de la producción después de la Segunda Guerra Mundial tuvo la finalidad de reactivar las actividades económicas. Las empresas decidieron aperturar filiales en países en vías de desarrollo, aprovechando su ubicación geográfica, recursos naturales y la mano de obra barata como mecanismos para reducir los costos de producción (Uharte, 2014). En la década de 1980 la introducción del modelo económico neoliberal en el mundo capitalista impulsó la desregulación de capitales y flujo de mercancías favoreciendo la expansión de la producción en el mundo y formando CVG.

Las CGV, hacen referencia a la producción de un bien final en un país con partes y componentes generados en diferentes localizaciones geográficas. La participación en las CGV ofrece a los diferentes eslabones la oportunidad de adquirir mejor tecnología, conocimientos técnicos e integrar redes comerciales (Ernst y Kim 2002; Gereffi 2014; Gereffi y Fernández-Stark 2011); por lo que, varias organizaciones internacionales han promovido la integración de los países en vías de desarrollo a las cadenas globales de valor como medio para lograr un mayor crecimiento económico.

Gereffi (2001) propone que existen cadenas dirigidas¹¹ por el productor y cadenas dirigidas por el comprador; las cadenas dirigidas por el productor se asocian con grandes fabricantes, empresas transnacionales, intensivas en tecnología y con una alta coordinación en toda la red de producción. En las cadenas dirigidas por el comprador, se contempla la participación de grandes comerciantes y fabricantes de marca, encargados de establecer los roles centrales en el trabajo, son intensivas en trabajo y se agrupan en torno a la producción de bienes para el consumidor.

En la primera década del siglo XXI, el intercambio comercial a nivel global tuvo mayor integración impulsando el crecimiento de la capacidad industrial en los países

¹¹La palabra "dirigidas" refiere la estructura de control que coordina cada cadena. (Sandoval, 2012)

en vías de desarrollo; con apoyo en los sistemas computarizados se propició la integración de actividades localizadas en diferentes espacios geográficos y horarios productivos, creando oportunidades para las empresas que buscan integrarse a los mercados mundiales (Sturgeon, 2011).

De acuerdo con Sturgeon, 2011; Humphrey y Schmitz, 2002a; Kaplinsky y Readman, 2001; Porter, 1990 los cambios descritos además de oportunidades han generado nuevos retos y peligros especialmente en empresas locales y nacionales que participan en el mercado internacional por lo que las Pyme de países en vías de desarrollo pretenden mantener su competitividad mediante salarios e ingresos bajos, en vez de aumentar la productividad, los salarios y los beneficios. Esto último requiere del desarrollo de recursos y capacidades que les permitan mejorar o escalar en dichas cadenas.

En el mismo sentido, Pietrobelli y Rabellotti (2011) proponen que, para que las Pyme de países en vías de desarrollo, puedan mantener su competitividad sin sacrificar los salarios o prestaciones del capital humano, necesitan desarrollar o adoptar innovaciones que permitan aumentar el valor añadido de los productos ofertados, fabricar mejores productos, ser más eficientes o migrar hacia actividades más calificadas. Esto se propone porque la innovación reduce el costo de producción y aumenta la posibilidad de diferenciación del producto, lo que proporciona una vía para penetrar en los mercados internacionales. (Krugman 1980; Guan y Ma 2003; Tavassoli, 2018)

La evidencia empírica presentada por Reddy, Chundakkadan & Sasidharan (2021), donde se analiza si la innovación actúa como motor para que las firmas participen en las CGV, revela un impacto positivo y significativo entre ambas variables; aportando evidencia a favor de la idea de que las innovaciones desarrolladas en las empresas, pueden incidir favorablemente en su comportamiento en los mercados internacionales. Otro hallazgo importante es que existe una mayor participación de las firmas grandes y medianas en comparación con las pequeñas, evidenciando las dificultades que enfrentan las Pyme para permanecer en las CGV.

Esta participación en el comercio internacional suele darse de manera simultánea en las dimensiones local y global; a nivel local por su agrupación en clústeres y a nivel global al actuar como proveedores de empresas multinacionales (Pietrobelli y Rabellotti, 2010); por lo que, los procesos de escalamiento y éxito de las firmas en los clústeres y cadenas globales de valor, se verán influenciados de manera simultánea por el desempeño y acciones específicas de la firma por un lado, y por el otro, el entorno en el que estas operan¹², es decir, 1) *la eficiencia colectiva de los clusters*¹³, 2) *el modelo de gobernanza de las cadenas de valor* y 3) *las características sectoriales que afectan el aprovechamiento de las derramas de conocimiento y la innovación*.

b) La gobernanza

Por gobernanza se entiende aquellas relaciones que se generan entre los diferentes actores de la cadena global de valor ya sea en condiciones de igualdad o no; estas relaciones se dividen en relaciones de mercado y no mercantiles. Gereffi (1994) la define como *“la relación de autoridad y poder que determina como se asignan recursos financieros materiales y humanos que fluyen dentro de una cadena”* (p. 97).

Para Humprey y Smith (2000) estas relaciones se definen como la *“coordinación de las actividades económicas mediante **relaciones no mercantiles o de mercado**”*; mismas que a continuación se describen:

- Red: que implica la cooperación entre firmas de más o menos igual poder que comparten sus competencias dentro de la cadena.
- Cuasi jerarquía: que implica relaciones entre firmas legalmente independientes en las que una está subordinada a la otra, con un líder en la cadena que define las reglas que el resto de los actores debe cumplir.

¹² Las leyes, reglamentos, reglas y normas sociales, normas técnicas y hábitos culturales constituyen el contexto institucional en el que interactúan las firmas y organizaciones.

¹³ Ventaja competitiva derivada de las economías externas, locales y las acciones desarrolladas de manera conjunta (Schmitz, 1995).

- Jerarquía: en la que una firma es propiedad de una firma externa.

Para definir la **gobernanza de mercado**, Gereffi y Fernández Stark (2011), definen variables como *la complejidad de la información compartida entre los actores de la cadena; cómo puede ser codificada la información para la producción; y el nivel de competencia del proveedor* (Gereffi y Frederick, 2009; Gereffi et al., 2005). Este tipo de gobernanza involucra transacciones que son relativamente simples; **el mecanismo central de la gobernanza es el precio** antes que una poderosa firma líder por lo que clasifican estas relaciones en cuatro tipos.

- Modular: ocurre cuando transacciones con vistas son relativamente fáciles de codificar; los proveedores hacen productos conforme a especificaciones de un cliente y asumen la responsabilidad total por la tecnología del proceso usando maquinaria genérica que disemina inversiones a través de una amplia base de clientes.
- Relacional: ocurre cuando compradores y vendedores se apoyan en información compleja que no es fácilmente transmitida o aprendida, lo que requiere de confianza y generan dependencia mutua, que está regulada a través de la reputación, proximidad social y espacial, vínculos familiares y étnicos, y similares.
- Cautivo: en estas cadenas, pequeños proveedores dependen de uno o pocos compradores que a menudo detentan un gran poder; existe un alto grado de monitoreo y control por parte de la firma líder. La asimetría en el poder en las redes cautivas fuerza a los proveedores a vincularse con su comprador bajo condiciones establecidas por y a menudo específica de ese comprador particular, llevando a gruesos lazos y altos costos en caso de cambiar para ambas partes.
- Jerárquica: se caracteriza por una integración vertical de un control gerencial dentro de las firmas líderes que desarrollan y fabrican productos internamente. Esto ocurre usualmente cuando las especificaciones del producto no pueden ser codificados, los productos son complejos o no se pueden encontrar proveedores altamente competentes.

De acuerdo con Gereffi (2001; 2005) y Sandoval, Morales y Díaz, (2019), el objetivo de las empresas integradas en las CGV es el escalamiento o *upgrading*, y requiere del diseño de una estrategia que considere a los actores claves de la industria y los vínculos potenciales que pueden generarse con éstos, en virtud de desencadenar procesos de aprendizaje. A pesar de que el integrarse a la CGV es una oportunidad para las Pyme de pertenecer al mercado global y acceder a tecnología y conocimientos que de otra manera no podrían acceder, el liderazgo (gobernanza) ejercida en la CGV puede limitar su crecimiento o escalamiento.

c) El escalamiento en la CGV

El escalamiento se define como *“la capacidad que tienen los países, regiones o entidades para migrar hacia actividades de mayor valor en las cadenas globales de valor con la finalidad de incrementar los beneficios resultantes de participar en la producción global”* (Gereffi, 2005, p.171) y puede estar asociada con actividades de innovación.

Humprey & Smith (2000), han definido cuatro **tipos de escalamiento** en las organizaciones que forman parte de alguno de los eslabones en la CGV:

- Proceso: consiste en transformar los insumos en productos de forma más eficiente mediante la reorganización del sistema de producción o la introducción de una tecnología superior.
- Producto: transitar a líneas de productos más sofisticadas en términos de aumento de los valores unitarios.
- Funcional: adquisición de nuevas funciones superiores en la cadena, como el diseño o la comercialización, o en el abandono de las funciones existentes de menor valor añadido, para centrarse en actividades de mayor valor añadido.
- Intersectorial: consiste en aplicar la competencia adquirida en una función concreta para pasar a un nuevo sector

Desde este enfoque, Gereffi (1994) identificó que, además del tipo de gobernanza que predomina en la CGV, *el escalamiento está determinado por factores externos*

al funcionamiento de la empresa pero que impactan de manera directa o indirecta en su desempeño. Entre estos factores se encuentran la “dimensión sectorial” (características específicas del sector donde se desempeña la firma), los “elementos de entrada y salida (input y output), el “alcance geográfico” y el “contexto institucional”.

- **La estructura de entrada y salida** se refiere al proceso desde su concepción inicial a las manos del consumidor. La estructura se representa como un conjunto de cajas de cadena de valor conectadas por flechas que muestran los flujos de bienes y servicios tangibles e intangibles, se resaltan los aspectos críticos para el mapeo del valor agregado en diferentes etapas en la cadena (Fernández-Stark, K., & Gereffi, G. 2016, p.6).
- **El alcance geográfico** hace referencia a la oferta y demanda de bienes y servicios a nivel global, por lo que, se presentan los comportamientos de *importaciones y exportaciones*, la información se obtiene de bases de datos especializadas como Comtrade de Naciones Unidas.
- **El contexto institucional local**, se refiere a la situación económica, social e institucional de un Estado, aspectos considerados de suma importancia para incursionar en las cadenas globales de valor.

En sectores de alta tecnología e intensivos en capital, que corresponden a las cadenas conducidas por el proveedor, son la tecnología de manufactura, el capital, la tecnología, la competencia principal de la empresa líder, los que guardan y mantienen redes cautivas y exclusivas por medio de patentes (Sturgeon, 2011).

En cuanto a la educación y capacitación se refiere, ésta se encuentra limitada a atender los requerimientos de los líderes de la CGV, cubriendo los requerimientos técnicos y las certificaciones necesarias para convertirse en proveedores. En el caso mexicano, la influencia de las empresas multinacionales es significativa por que se ha desarrollado un ecosistema productivo que atiende las necesidades de los líderes, siendo la consecuencia inmediata que las firmas no integradas a las

cadena globales de valor quedan marginadas (Sturgeon, et al, 2011; Sandoval, 2013).

Autores como Pietrobelli y Rabellotti (2011) y De Marchi, Giuliani y Rabellotti (2018) se han enfocado en estudiar la relación existente entre las cadenas globales de valor y el desarrollo de innovación, concluyendo que **el desempeño de las firmas en las CGV está en dependencia del tipo de gobernanza así como del nivel de desarrollo de los sistemas nacionales de innovación**; si éstos últimos se encuentran bien estructurados, pueden mejorar las capacidades de las empresas locales a través de los procesos de aprendizaje.

3.4. Variables de estudio y modelo propuesto para análisis de información

Para el análisis del entorno a nivel global y nacional, así como el efecto que se tiene sobre el "upgrading" o escalamiento, (mejorar los productos, hacerlos más eficientes o pasar a actividades más calificadas) (Kaplinsky, 2000; Porter, 1990, Humprey & Smith, 2000; Kaplinsky, 2002), se utilizaron los aportes de cadena global de valor.

A nivel global, se identifican factores como la estructura de entrada y salida, el alcance geográfico y la gobernanza existente, a nivel local se considera el contexto institucional y las partes interesadas de la industria (Gereffi y Fernández – Stark, 2019) (Véase Tabla 8).

Tabla 8.
Variables para análisis en los niveles global y local

Nivel Global			Nivel Local	
Estructura de entrada y salida	Alcance geográfico	Gobernanza	Contexto Institucional	Partes interesadas de la industria

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de identificar las variables que permiten a las firmas ser más competitivas, se consideran las capacidades gerenciales, tecnológicas, organizacionales y de absorción (Augier y Teece, 2009; Eisenhardt & Martin, 2000; Teece y Pisano, 2003; Teece et al., 1997; Zahra et al., 2006; Zollo y Winter, 2002; Cohen y Levinthal, 1990; Girma, 2002; y Giuliani, 2005; Albaladejo, 2001 y Giuliani, 2003, 2005). Así como los mecanismos que éstas utilizan para aprovechar las derramas de conocimiento (Dutrenit y Fuentes, 2009).

Tabla 9.

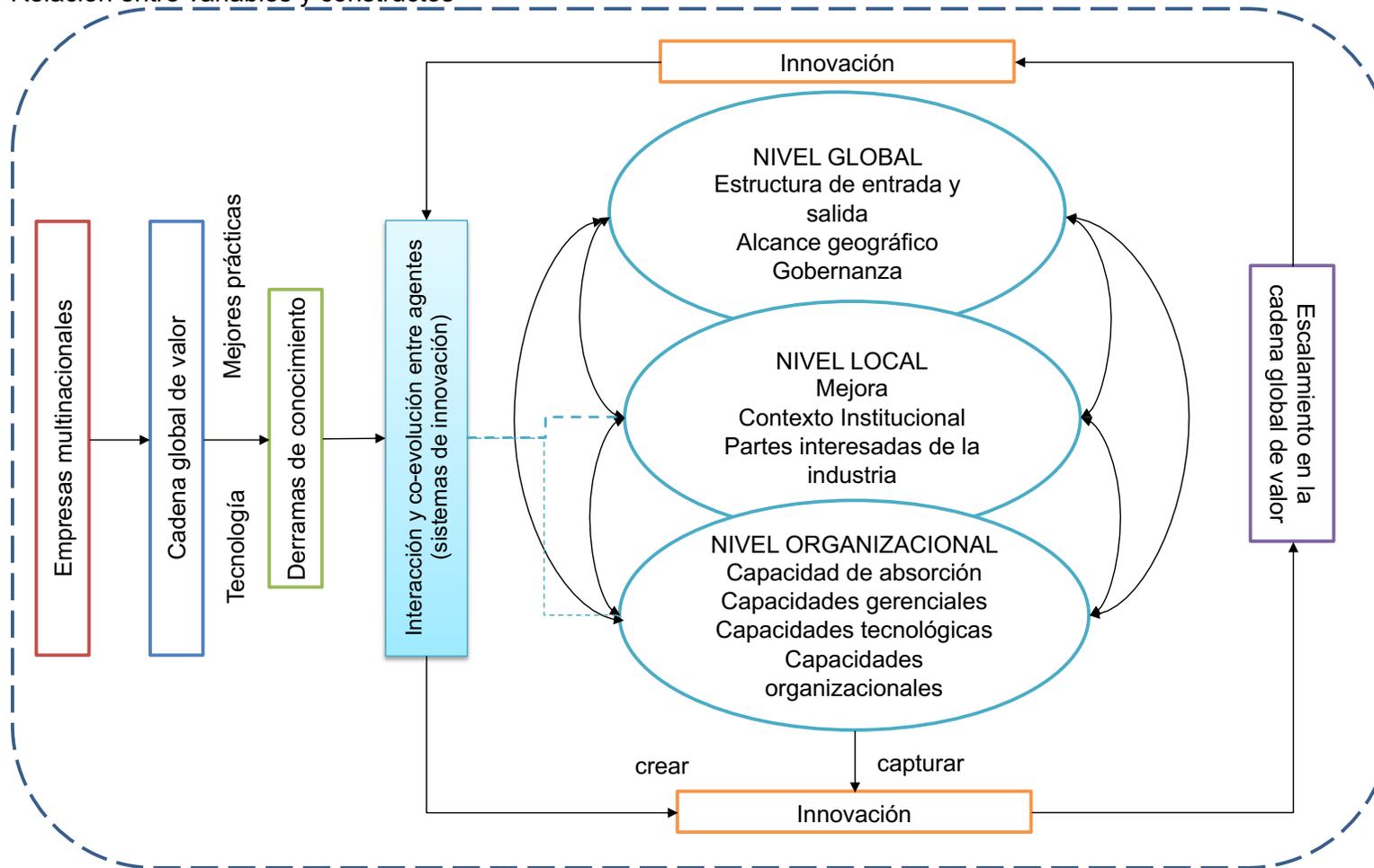
Variables para análisis a nivel organizacional

Capacidades gerenciales	Capacidades tecnológicas	Capacidades organizacionales	Capacidad de absorción	Derramas de conocimiento
Percibir	Actividades de inversión y producción en equipos	Comunicación efectiva	Convivencia del personal	Movilidad de capital humano
Aprovechar	Infraestructura	Cultura organizacional	Adquisición de tecnología	Vínculos de proveeduría
Transformar	Bienes de capital	Liderazgo	Adquisición de maquinaria	Entrenamiento
	Recursos humanos calificados		Nuevas prácticas	Transferencia tecnológica directa
	Conocimiento codificado			Demostración-imitación
				Competencia derivada de la estructura de mercado
				Vínculos extranjeros.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5 se muestra el constructo que se formó para explicar el fenómeno bajo estudio. Se propone que la migración de filiales de empresas multinacionales a países en vías de desarrollo para aprovechar ventajas comparativas tuvo como resultado la deslocalización geográfica de la producción, creando las CGV. Para las empresas de países en vías de desarrollo, la llegada de empresas multinacionales supondría un beneficio al pertenecer al mercado internacional y acceder a conocimiento, mejores prácticas y tecnología a la que de otra forma no tendrían acceso.

Figura 5.
Relación entre variables y constructos



Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de literatura.

El aprovechamiento de éstas derramas de conocimiento (entendidas como flujos de conocimiento que se dan de empresas multinacionales a empresas locales de forma voluntaria o involuntaria) está supeditado a factores internos y externos a las organizaciones. Entre los factores externos se encuentran la gobernanza de la cadena global de valor, el contexto institucional, el alcance geográfico, las partes interesadas de la industria y el funcionamiento de los sistemas de innovación.

Desde el enfoque de los sistemas de innovación y cadena global de valor, uno de los mecanismos para que las empresas se mantengan competitivas en el mercado internacional, es a través del escalamiento, el cuál se obtendrá cuando las empresas puedan capturar el conocimiento (bien intangible) que se encuentra en su entorno para crear innovaciones en procesos, productos o servicios (bienes tangibles). El enfoque de sistemas de innovación indica que las innovaciones no se generan de manera aislada en las organizaciones, si bien es importante que las empresas cuenten con sólidas capacidades de absorción, gerenciales, tecnológicas y organizacionales, para generar innovaciones también es importante que se faciliten los procesos de interacción y co-evolución a nivel organizacional (formales e informales) los cuales, tienden a originarse en zonas geográficas o territorios determinados.

CAPÍTULO 4

Tendencias tecnológicas en la industria aeroespacial y retos que tienen las Pyme para transitar hacia estos cambios

Capítulo 4. Tendencias tecnológicas en la industria aeroespacial y retos que tienen las Pyme para transitar hacia estos cambios¹⁴

En este capítulo se identifican las tendencias tecnológicas que están impulsando a la industria aeroespacial y se explican los retos que tienen las Pyme para transitar hacia estos cambios. Se realizó una revisión y una síntesis teórico-documental de lo que se ha publicado a este respecto. i) se analizó la cadena global de valor y se identificaron los eslabones en los que se ubican las pyme mexicanas; ii) se identificaron tendencias tecnológicas en publicaciones científicas mediante el análisis sistemático de la literatura con la herramienta de software Vos Viewer y se llevó a cabo un análisis de patentes mediante el buscador Derwent Innovation Index de Clarivate Analytics, iii) se analizaron reportes especializados de la industria aeroespacial emitidos por las consultoras KPMG y Deloitte y iv) finalmente se realizó un análisis de los resultados comparando las tendencias científicas, las tendencias en patentes, las propuestas de las consultoras y los resultados de la cadena de valor para definir las tendencias tecnológicas relevantes.

4.1. Las cadenas globales de valor de la industria aeroespacial y la participación de la empresas en México.

En el capítulo tres se revisó el origen y configuración de las CGV poniendo especial atención a los conceptos de gobernanza y escalamiento. La gobernanza se definió como *“la relación de autoridad y poder que determina como se asignan recursos financieros materiales y humanos que fluyen dentro de una CGV”* (Gereffi, 1994, p. 97). El estudio de las CVG permite explicar y entender cómo trabajadores, empresas y consumidores finales están interconectados en una misma industria a nivel local y global. Además permite identificar el nivel de desarrollo de un país en un determinado sector productivo, así como cuáles son las posibilidades de que las

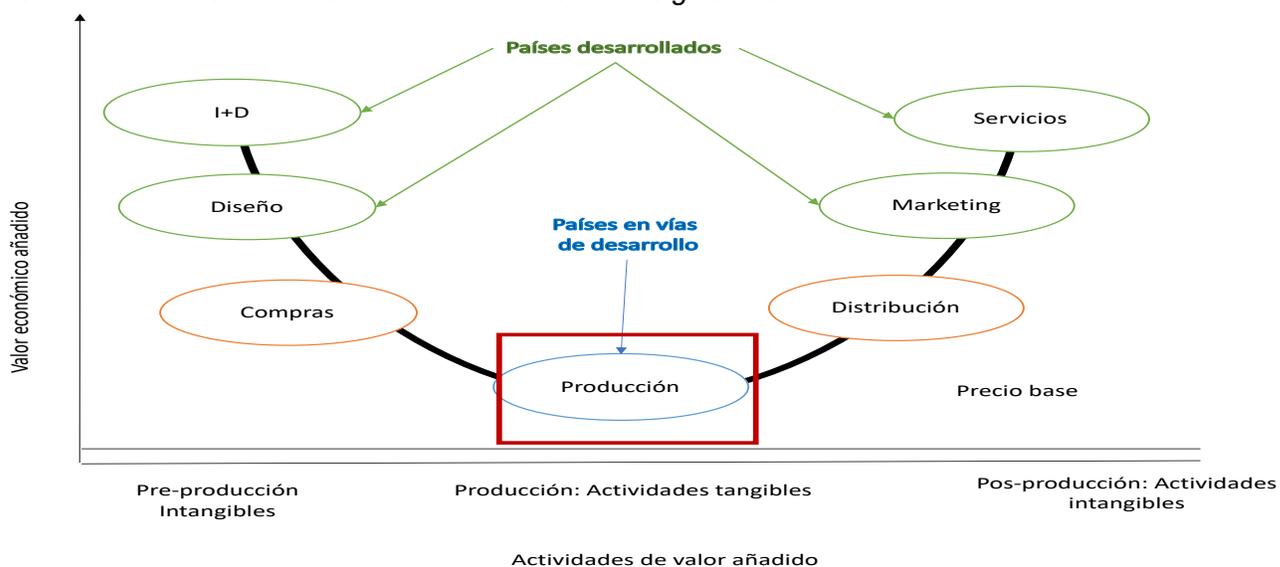
¹⁴ Este capítulo es una versión revisada y acotada de la ponencia titulada “La industria aeronáutica: cambios en la cadena global de valor y oportunidades para las Pymes mexicanas en 2023” presentado en 27 Congreso Internacional de Ciencias Administrativas que se llevó a cabo del 4 al 6 de octubre de 2023 en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM.

empresas de capital nacional, especialmente aquellas localizadas en países en vías de desarrollo, puedan mejorar su posicionamiento en la CGV, este fenómeno se conoce como escalamiento o “*upgrading*” (Fernández – Stark y Gereff; 2011, 2019).

La Figura 6 (conocida como la gráfica de la sonrisa) explica los potenciales de valor agregado entre los diferentes componentes de la industria de fabricación de dispositivos tecnológicos en una CGV. En esta investigación se utiliza para explicar la ubicación de México en la misma. En los extremos de la gráfica se encuentran las actividades que añaden mayor valor al producto y en el medio se encuentran las actividades que añaden menos valor. Por esto, las actividades de investigación-desarrollo y servicios que se observan en la gráfica tienen un potencial superior de valor agregado, seguidas de diseño y marketing, después se encuentra compras y distribución, dejando la actividad de producción en la parte inferior de la curva con el menor potencial de valor añadido. Los países en desarrollo generalmente participan en la parte inferior de la curva.

Figura 6.

Distribución de actividades de alto valor en cadenas globales de valor.



Fuente: Shih (1996) y Balwin et al. (2014).

Niosi y Zhegu (2010) explican que el proceso de producción de aeronaves se encuentra dividido en cinco etapas: diseño, producción de componentes, sub ensamblaje, ensamblaje final y servicios post-producción y que las actividades de diseño, sub ensamblaje y ensamblaje final, suelen ejecutarse en países desarrollados. Además, Gereffi y Fernández-Stark (2019) señalan que las actividades de alto valor agregado suelen llevarse a cabo en países desarrollados y son protegidas por mecanismos de propiedad intelectual.

La Tabla 10, muestra que 79% de los procesos de la industria aeroespacial en México se concentra en manufactura y ensamble, 11% en mantenimiento, reparación y revisión (MRO), 10% en diseño e ingeniería (Kelly, 2015, citado en Mejía, 2017, p. 81).

Tabla 10.

Proceso de producción de aeronaves y participación de México.

Procesos	En qué consisten	Participación de México
Diseño	Conceptual, preliminar y detallado.	Baja
Producción de componentes ¹⁵	Componentes estructurales, avionics a bordo, componentes del sistema de propulsión.	Alta
Ensamblaje final	Ensamblaje de estructura del avión, integración avionics a bordo, integración de sistemas de propulsión.	Muy baja tres casos
Servicios posproducción	Mantenimiento reparación y revisión, entrenamiento técnico y servicio al cliente	Media

Fuente: Elaboración propia basado en la propuesta de Gereffi, G. & Sturgeon, T. (2013)

Mejía (2017) también señala que, México participa principalmente en actividades de bajo valor agregado en manufactura y ensamble, así como en servicios de MRO; en

¹⁵ Se consideran componentes individuales a las placas de circuitos desnudos, conectores y componentes electrónicos, sistemas de cableado y control a gran escala, piezas compuestas para las alas, tornillos especializados que se utilizan en las mesetas de las bandejas de pasajeros, entre otros. Estos, pueden ser específicos de un producto o de un sector como los rotores y las antenas o bien, pueden ser genéricos (piezas de fundición sin mecanizar o pistones) (Sturgeon & Gereffi, 2013).

menor medida se desarrollan actividades de ingeniería y diseño (Véase Tabla 10). En la Tabla 11 se precisan los productos y procesos que forman parte de estas actividades.

Tabla 11.

Principales productos y procesos de la industria aeroespacial en México.

Actividades	Productos y servicios
Manufactura y ensamble	Componentes de ingeniería, arneses y cables, componentes de sistemas de aterrizaje, inyección y moldes de plástico, intercambiadores de calor, maquinados de precisión, sistemas de audio y video, aislamiento de fuselajes, producción y control de software.
Servicios de mantenimiento, reparación y operación (MRO)	Turbinas y motores, sistemas unitarios de poder, fuselajes, sistemas eléctricos electrónicos, sistemas de aterrizaje, componentes dinámicos, hélices, cubrimientos corrosión protección, arreglo y rediseño de interiores.
Ingeniería y diseño	Dinámica aeroespacial, sistemas de control, dinámica de proveeduría computacional (CFD), instrumentación, simulación de vuelos, técnicas de modelos no destructivos (NDT), instrumentación virtual, procesos de datos e imágenes, sistemas de información de negocios especializados.

Fuente. Competitividad e Innovación México, Unión Europea, PROCEI, citado en Mejía (2017).

4.2. Identificación de tendencias analizando la literatura científica y las patentes.

Identificar las tendencias científicas y tecnológicas coadyuva para que las Pyme formulen mejores estrategias de negocio y respondan con mayor rapidez a los cambios del entorno (Jiménez, 2021). Existen diferentes mecanismos para la identificación de tendencias en el mercado, en esta investigación se retomaron metodologías de prospectiva tecnológica como son la búsqueda de publicaciones académicas y patentes.

4.2.1. Tendencias analizando la literatura científica

La determinación de tendencias científicas se basa en la cienciometría, cuyo objetivo es conseguir un análisis matemático de la producción científica (Solla Price, 1961). Éste proceso permite localizar patrones, relaciones, tendencias e indicadores a partir de la información científica.

Se realizaron búsquedas en bases de datos especializadas como son *Scopus* y *Web of Science*, se utilizaron las palabras clave “*supply chain*” y “*aerospace industry*”. En una primera búsqueda se identificaron 368 resultados en *Scopus* y 101 en *Web of Science* en un periodo comprendido entre 1996 y 2023. La selección del periodo de tiempo está determinado con las características propias de la industria, ésta se caracteriza por largos periodos de investigación, que culminan en desarrollos tecnológicos aplicables en la producción de piezas y componentes, ensamblaje y operación de las aeronaves.

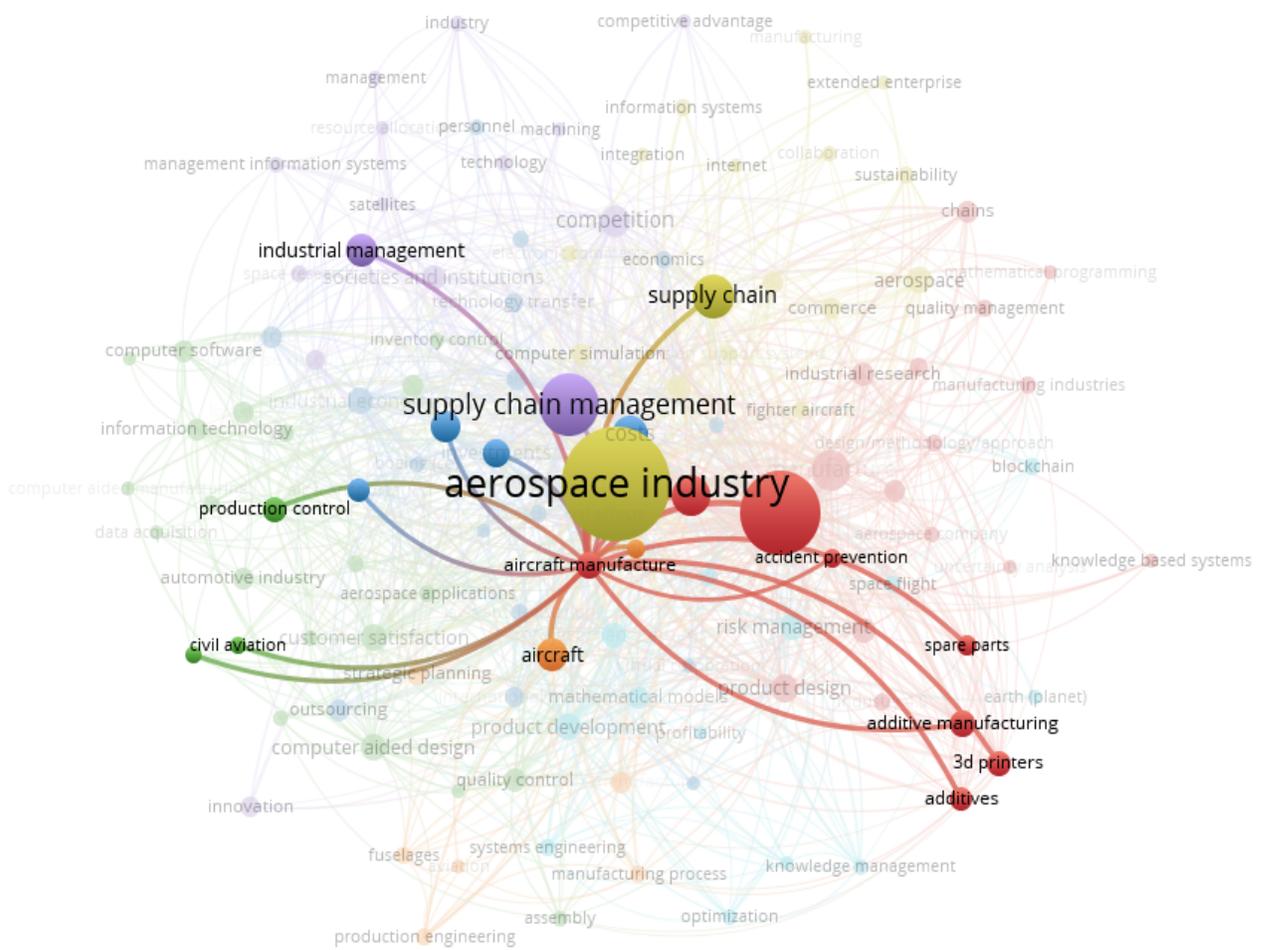
Los resultados del análisis indican que, las investigaciones en torno a la relación existente entre la cadena de suministro y la industria aeroespacial ha sido un tema poco estudiado, sin embargo, a partir de 2022 tuvo un repunte, lo que podría explicarse por la necesidad de identificar los factores que contribuyen a la recuperación del sector tras la pandemia.

Para encontrar los temas de intersección entre la cadena de suministro y la industria aeroespacial se realizó un análisis por co – ocurrencia de palabras clave, utilizando el software *Vos Viewer*, el cual permite detectar clústeres, programas o líneas de investigación existentes en un determinado campo del conocimiento.

Con esta técnica es posible obtener mapas de conocimiento sobre un tema en específico ya que las palabras clave identificadas pueden caracterizarse por conceptos de proximidad y distancia, a su vez, representarse gráficamente. La distancia entre dos palabras en el mapa indica la mayor o menor relación entre ellas, (Véase Figura 7). Para la creación de la red de conocimiento a través de la co-ocurrencia de palabras clave se consideraron los siguientes aspectos:

1. Todas las palabras clave, lo que incluye las palabras propuestas por el autor y las propuestas por la revista.
2. Que estas palabras tengan por lo menos 5 relaciones con otras palabras clave.

Figura 10.
Análisis de nodo “aircraft manufacturer” (análisis por co-ocurrencia de palabras).



Elaboración propia por medio del software VoSViewer con información obtenida en Scopus y Web of Science 2023.

Esta red, permitió identificar las investigaciones relacionadas con tecnología, como son: manufactura aditiva, impresión 3D, piezas de repuesto, aditivos, prevención de accidentes y control de la producción. Como temas alternos de estudio se consideran los procesos de manufactura, la administración del conocimiento, la innovación y desarrollos tecnológicos como manufactura aditiva, impresiones 3D, blockchains, realidad virtual, sustentabilidad e inteligencia artificial.

Se encontró que los siguientes términos son comunes a las 4 figuras arriba presentadas: *manufactura aditiva, impresión 3D, blockchain, simulación por computadora y aditivos.*

4.2.2. Tendencias analizando las patentes registradas

Para la determinación de **tendencias tecnológicas** en un sector en específico, se suele analizar las actividades de patentamiento, lo cual, permite identificar a los principales líderes, las tecnologías y los mercados. Las patentes de invención son una modalidad de protección del conocimiento científico. En concreto, representan un privilegio temporal de explotación en exclusiva que concede el Estado para lo reivindicado en una solicitud, si ésta reúne los requisitos de patentabilidad exigidos por la ley: novedad, actividad inventiva y aplicación industrial. (WIPO, 2022)

Para la identificación de las tendencias tecnológicas en la industria aeroespacial, se realizó una búsqueda especializada utilizando la base de datos de Derwent Innovation Index de Clarivate Analytics, para homogenizar la información, se utilizaron los códigos de la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) emitido por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI); de acuerdo con el siguiente detalle:

Tabla 12.

Códigos de clasificación de patentes para la industria aeroespacial.

Sección B Técnicas Industriales Diversas	
Transportes	
Clasificación CIP	Descripción
B64	Aeronaves; aviación; astronáutica
B64B	Aeronaves mas ligeras que el aire (instalaciones en tierra para aeronaves en general B64F)
B64C	Aeroplanos; helicópteros (vehículos de colchón de aire B60V)
B64D	Equipamiento interior o acoplable a aeronaves; trajes de vuelo; paracaídas; disposiciones o montaje de grupos motores o de transmisiones de propulsión en aeronaves.

Continuación Tabla 12.*Códigos de clasificación de patentes para la industria aeroespacial.*

Clasificación CIP	Descripción
B64F	Instalaciones en tierra o instalaciones en cubierta de portaaviones especialmente adaptadas para su uso en conexión con aeronaves; diseño, fabricación, ensamblaje, limpieza, mantenimiento o reparación de aeronaves, no previstos en otro lugar; manipulación, transporte, ensayo o inspección de componentes de aeronaves, no previstos en otro lugar
B64G	Astronáutica; vehículos o equipos a este efecto

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de OMPI 2021.

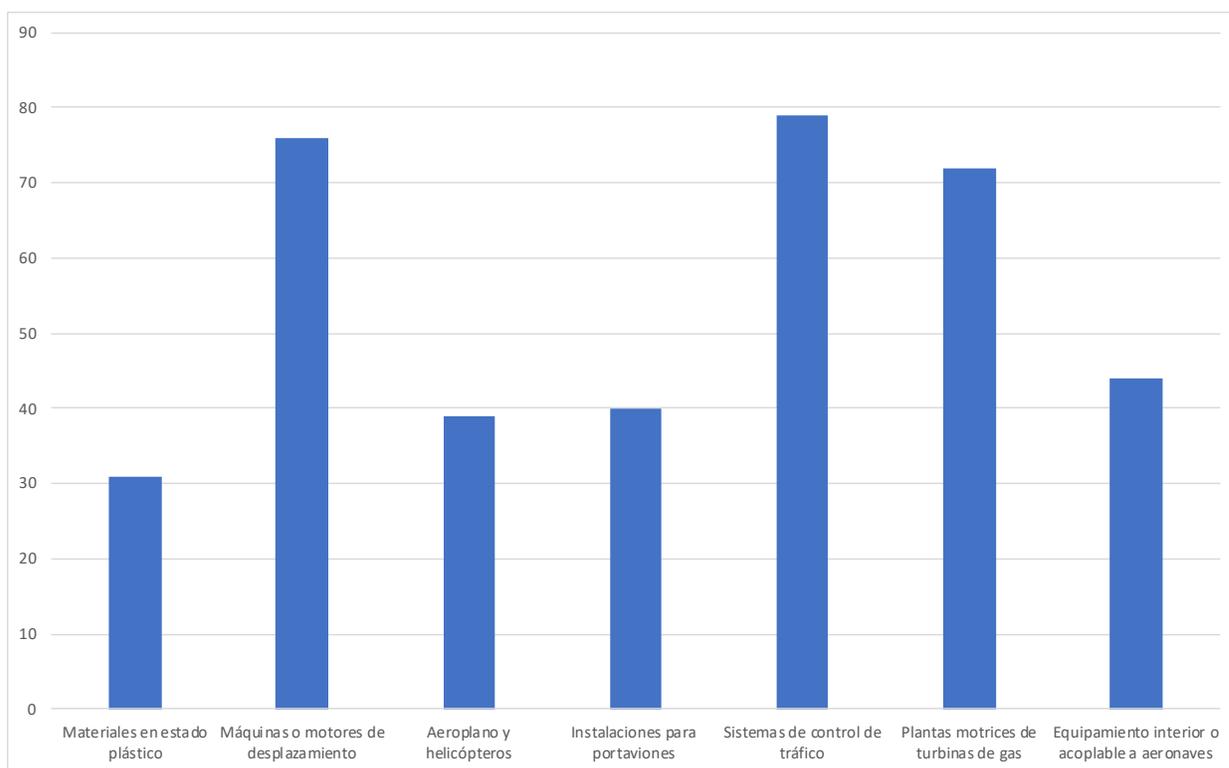
Se utilizó la palabra clave “*aeronautic*” y se consideró un periodo de tiempo de 1997 a 2022; se obtuvieron 340,103 publicaciones a nivel internacional, siendo el 2021 el año que más registros de patentes hubo en temas aeronáuticos (Derwent Innovación Index, 2023). Los países que más patentes tienen son Estados Unidos y China (84,685 y 63,283 respectivamente), lo cual se explica por la importancia del sector aeroespacial en temas de desarrollo tecnológico y seguridad nacional. También se identifica participación de países como Rusia, Canadá, Francia, Corea del Sur, Alemania, Brasil y la India, aunque poseen un número de tecnologías muy bajo comparado con los primeros.

A pesar de que Estados Unidos es el principal productor y exportador de partes de aeronaves y naves, China es el país que más patentes genera, lo que se explica porque en las últimas décadas este Estado ha mostrado un particular interés por desarrollar la industria aeronáutica comercial, prueba de ello es que en 2022 este país se convirtió en productor de aeronaves comerciales denominadas COMEC. Esta información es de suma importancia ya que según las estimaciones de Boeing y Airbus en 2030, el principal mercado se concentrará en Asia. En cuanto a empresas se refiere Snecma Group y Thales son los dueños del mayor número de patentes.

El Figura 11, destaca la protección a nivel internacional de invenciones como son **dispositivos de control para el tráfico aéreo, nuevas maquinarias y motores, turbinas y nuevas formas de obtener energía para las aeronaves, así como nuevas aleaciones en materiales, principalmente plásticos.**

Figura 11.

Patentes registradas “aeronautic” de acuerdo con la Clasificación CIP en 1997 – 2022.



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Derwent Innovation Index (2023)¹⁶.

¹⁶ : Para facilitar la visualización de la información, los siguientes códigos se agruparon en los siete temas presentados: **B64C** Aeroplanos; Helicópteros (vehículos de colchón de aire B60V); **B64** Equipamiento interior o acoplable a aeronaves; trajes de vuelo; paracaídas; disposiciones o montaje de grupos motores o de transmisiones de propulsión en aeronaves; **B64F** Instalaciones en tierra o instalaciones en cubierta de portaaviones especialmente adaptadas para su uso en conexión con aeronaves; diseño, fabricación, ensamblaje, limpieza, mantenimiento o reparación de aeronaves, no previstos en otro lugar; manipulación, transporte, ensayo o inspección de componentes de aeronaves, no previstos en otro lugar; **B64G** Astronáutica; vehículos o equipos a este efecto (aparatos o métodos para obtener materiales de fuentes extraterrestres E21C 51/00); **G05D** Sistemas de Control o de Regulación de Variables no Eléctricas; **F02C** Plantas Motrices de Turbinas de Gas; Tomas de Aire para Plantas de Propulsión a Reacción; Control de la Alimentación de

Para contrastar las cifras a nivel internacional con el caso mexicano, se realizó una revisión de tendencias en México, tomando como referencia el país de origen de la patente, titular y sector tecnológico al que pertenece; identificando las invenciones que fueron desarrolladas y protegidas directamente en el país y cuáles son las que provienen del exterior encontrando que el mayor número de patentes detectadas en México fueron registradas en un inicio en los Estados Unidos de América, seguidas de las invenciones protegidas en países europeos como son Francia, Alemania, Italia e Inglaterra. De los datos obtenidos, se identifica que siete tecnologías fueron desarrolladas y registradas en México.

En la Tabla 13, se resumen los tecnologías identificadas a través de la revisión de tendencias científicas y tecnológicas.

Tabla 13.

Tabla comparativa tendencias científicas y tecnológicas.

Tecnologías identificadas mediante la cienciometría	Tecnologías identificadas mediante la patentología
Manufactura aditiva Simulación por computadora Impresión 3D Blockchain Aditivos (se refiere a sustancias o materiales)	Mejoras hechas a partes de las aeronaves como son llantas, rotación de alas, motores (todo esto es contenido en el término aeronave y fuselaje) Uso de nuevos materiales (que también se puede ser incluido en aditivos) Drones Nuevos combustibles materiales y componentes más ligeros y con una vida útil más larga

Fuente: Elaboración propia con información de las Figuras 7 a 10 y Figura 11.

El tema de manufactura aditiva e impresión 3D se encuentran estrechamente relacionados con las patentes destinadas a proteger los desarrollos en nuevos materiales y en componentes más ligeros y con una vida más larga.

Combustible en Plantas de Propulsión a Reacción que Consumen Aire; **F01D** Maquinas o Motores de Desplazamiento no Positivo; **B29C** Conformación o Unión de Materias Plásticas; Conformación de Materiales en Estado Plástico, no Prevista en otro Lugar; Postratamiento de Productos Conformado; **G08G** Sistemas de Control de Tráfico; **F02K** Plantas Motrices de Propulsión a Reacción.

La Tabla 13 resume las tecnologías disruptivas para la industria aeronáutica presentadas por la consultora internacional KPMG (2019), en dicho informe se establece que las tecnologías fueron seleccionados por un grupo de expertos de la industria aeroespacial a nivel mundial, quienes las clasificaron de acuerdo con su nivel de desarrollo tecnológico, es decir, en qué fase tecnológica, de producción y comercialización se encuentran. En cuanto a la adquisición y desarrollo de tecnología se pueden considerar a largo plazo aquellas tecnologías que se encuentran en los rubros de “naciente” y “amanecer”, mientras que a corto y mediano plazo se pueden considerar como nichos de oportunidad las tecnologías localizadas en los rubros de “estratégicas y “alta apuesta”.

Tabla 14.

Grado de madurez de las tecnologías disruptivas de la industria aeronáutica en 2019-2030.

Naciente ¹⁷	Amanecer ¹⁸	Estratégica	Alta apuesta	Madura	Declive
Vuelos V	Siguiente generación de supersónica	Tecnología de voz	Análisis y Big Data	Piloto automático	1ª clase
Ingeniería Ultrafan	Aeronaves eléctricas, híbridas e hidrógeno	Impresión 3D – Manufactura aditiva	Materiales compuestos	Ticketless	
Computación cuántica	Drones de mantenimiento	Blockchain	Cyberseguridad	Turbopropulsores	
Hipersónica	Serpientes y escarabajos (robots para mantenimiento)	Inteligencia Artificial (IA)	Vigilancia del tráfico aéreo por satélite	Renovación de flota	
Aviones no tripulados	Movilidad Aérea Avanzada (VTOL, eVTOL) Realidad virtual y aumentada	Biométricos Biocombustibles	Larga distancia – bajo costo	LCC's	

Elaboración propia con información obtenida de KPMG (2019); Aviation 2030.

¹⁷ Son aquellas que se encuentran en la fase inicial del ciclo de vida de la tecnología; nacen cuando surgen propuestas innovadoras de desarrollo de procesos, habilidades o aplicaciones diferentes que cambian las concepciones ya establecidas dentro del mercado y son capaces de modificar industrias ya constituidas y técnicas afianzadas (Day et al., 2001).

¹⁸ Se realizan las primeras producciones del producto, aún se realizan ajustes para su mejor funcionamiento.

En la Tabla 14 se reúne la información para hacer el análisis comparativos de las tendencias científicas, las tendencias en patentes, las propuestas de las consultoras y los resultados de la cadena de valor para definir las tendencias tecnológicas relevantes. En esta tabla se presentan puntos de convergencia como lo es el uso de nuevos materiales, ya sea para hacerlos más duraderos, ligeros o amigables con el medio ambiente, los cuales impactarán desde el diseño hasta los servicios de mantenimiento, reparación y operaciones, utilizando la manufactura aditiva o impresión 3D dichos materiales.

Otro aspecto a considerar es el uso de la simulación e inteligencia artificial en los procesos de diseño y manufactura, lo cual tendrá un impacto en la reducción de los tiempos de prototipado y contribuirá a manufacturar piezas, componentes y productos finales más seguros y resistentes.

En cuanto a las tecnologías específicas de la industria aeroespacial, la movilidad aérea avanzada es la que lleva la delantera y se prevee que para 2025 se puedan comerciales los primeros vehículos tripulados y que suponen cambiarán la forma en que las personas se transportan en las grandes ciudades.

En la Tabla 15 se encuentran marcados las tendencias tecnológicas que coinciden con las actividades de las Pyme mexicanas, también se observó que coinciden entre sí. El análisis revela una fuerte tendencia hacia la incorporación de tecnologías como la interligencia artificial y el uso de nuevos materiales; para el caso específico de las Pyme mexicanas, éstas en su mayoría se encuentran situadas en el rubro de manufactura y ensamble y servicios de mantenimiento, reparación y operaciones, los cuales cambiarán radicalmente en los próximos años. El uso de nuevos materiales y componentes, requerirá que las empresas adquieran nuevas habilidades y maquinaria para hacer frente a su manipulación de estos, sin dejar de lado que también se requerirá que utilicen nuevas maquinarias y tecnologías para su transformación.

Tabla 15.

Comparación: principales productos y procesos de la industria aeroespacial en México y desarrollos tecnológicos.

Actividades de acuerdo con la participación en la cadena de valor de las Pyme en México	Productos y servicios	Resultados tendencias científicas	Resultados tendencias tecnológicas	Tecnologías transversales que impactan todas las industrias	Tecnologías específicas Industria aeroespacial
Manufactura y ensamble	Componentes de ingeniería, arneses y cables, componentes de sistemas de aterrizaje, inyección y moldes de plástico, intercambiadores de calor, maquinados de precisión, sistemas de audio y video, aislamiento de fuselajes, producción y control de software.	Manufactura aditiva Simulación por computadora Impresión 3D Aditivos (se refiere a sustancias o materiales)	Mejoras hechas a partes de las aeronaves Uso de nuevos materiales Materiales y componentes más ligeros y con una vida útil más larga	Impresión 3D – Manufactura aditiva, Blockchain, Inteligencia artificial Simulación por computadora, análisis big data en tiempo real.	Vuelos V Ingeniería Ultrafan Aviones no tripulados Aeronaves eléctricas, híbridas e hidrógeno
Servicios de mantenimiento, reparación y operación (MRO)	Turbinas y motores, sistemas unitarios de poder, fuselajes, sistemas eléctricos electrónicos, sistemas de aterrizaje, componentes dinámicos, hélices, cubrimientos corrosión protección, arreglo y rediseño de interiores.	Aditivos (se refiere a sustancias o materiales)	Mejoras hechas a partes de las aeronaves Uso de nuevos materiales Drones Nuevos combustibles Materiales y componentes más ligeros y con una vida útil más larga	Drones de mantenimiento Serpientes y escarabajos (robots para mantenimiento) Análisis de Big data.	Movilidad aérea avanzada Biocombustibles Materiales compuestos Computación cuántica Vigilancia del tráfico aéreo por satélite

Continuación Tabla 15. <i>Comparación: principales productos y procesos de la industria aeroespacial en México y desarrollos tecnológicos.</i>				
Actividades de acuerdo con la participación en la cadena de valor de las Pyme en México	Productos y servicios	Resultados tendencias científicas	Resultados tendencias tecnológicas	Tecnologías transversales que impactan todas las industrias
Ingeniería y diseño	Dinámica aeroespacial, sistemas de control, dinámica de proveeduría computacional (CFD), instrumentación, simulación de vuelos, técnicas de modelos no destructivos (NDT), instrumentación virtual, procesos de datos e imágenes, sistemas de información de negocios especializados	Manufactura aditiva Simulación por computadora Impresión 3D	Mejoras hechas a partes de las aeronaves Uso de nuevos materiales Drones Nuevos combustibles Materiales y componentes más ligeros y con una vida útil más larga	Realidad virtual aumentada Impresión 3D Simulación por computadora o gemelos digitales, ciberseguridad, análisis de big data

Fuente. Elaborado con base en: Tabla 11, los resultados de la cadena de valor y participación de México; Tabla 12, Competitividad e Innovación México, Unión Europea, PROCEI, citado en Arturo Mejía (2017); Figuras 7 a 10 las tendencias científicas; Gráfico uno, las tendencias en patentes; Tabla 13, cuadro comparativo tendencias científicas y tecnológicas y Tabla 14, las propuestas de las consultoras.

En el caso de los servicios de MRO, se prevee que las nuevas aeronaves estén elaboradas con piezas y componentes cuyos materiales se desgasten en menor medida que los actuales, por lo que requerirán menos mantenimiento. También se sugiere que estos servicios se realicen mediante robots (serpientes y escarabajos por la forma que tienen) o drones, lo que impactará en el trabajo de los ingenieros y técnicos dedicados a ésta labor, por ejemplo, podrán revisar una aeronave a distancia mediante el uso de drones y cámaras o realizarán trabajos a distancia utilizando robots especializados.

En cuanto a las empresas dedicadas a la manufactura, se sugiere que éstas aprovechen los beneficios de la producción masiva de bajo coste a través de la adopción de nuevas tecnologías y de Inteligencia Artificial. Se pretende que dicha producción se combine con ciclos más rápidos y con se incorporen tecnologías como la manufactura aditiva y prácticas para la reutilización o reciclaje de piezas y componentes (AIA, 2019).

En este capítulo se identificaron dos tipos de tendencias tecnológicas, las que son transversales a todas las industrias y las que son específicas para la industria aeroespacial. Entre las primeras encontramos la inteligencia artificial, la manufactura aditiva o impresión 3D, realidad virtual, robótica, Blockchain, simulación por computadora o gemelos digitales, todas ellas tecnologías básicas de la industria 4.0. También se identificaron tecnologías específicas de la industria aeroespacial para las Pyme mexicanas ubicadas en la cadena de valor como son: Biocombustibles y materiales compuestos.

Un reto para las Pyme será utilizar la inteligencia artificial y los grandes datos para mejorar sus productos y procesos productivos. El uso de sensores es importante ya que permite monitorear la calidad y tiempos de producción de las partes y componentes. Estos sensores pueden acumular información, inclusive gran cantidad de datos, analizados mediante programas de inteligencia artificial en tiempo real.

De la misma manera la cyberseguridad se vuelve importante para las Pyme en México ya que se necesitan proteger los sistemas productivos. La manufactura aditiva o 3D se ve como una oportunidad para reducir el costo y tiempo de manufactura al emplearla en la impresión de piezas. Los materiales compuestos pueden ser como las resinas que sustituyen partes metálicas del avión para hacerlos más ligeros. La realidad virtual aumentada está siendo ocupada en capacitación de manufactura y reparación de aviones.

Las Pyme en México participan en actividades de mantenimiento, reparación y operaciones de turbinas y motores, sistemas unitarios de poder, fuselajes, sistemas eléctricos electrónicos, sistemas de aterrizaje, componentes dinámicos, hélices, cubrimientos corrosión protección, arreglo y rediseño de interiores por lo que la inserción de robots es un reto en el transporte de materiales para apoyar los sistemas Kanban, así como para mantenimiento programado.

En ingeniería y diseño las Pyme mexicanas participan en creación de sistemas de control, proveeduría computacional (CFD), instrumentación, simulación de vuelos, técnicas de modelación no destructivas (NDT), instrumentación virtual, procesos de datos e imágenes, sistemas de información de negocios especializados por lo que la adopción de simulación por computadora disminuye costos, tiempos de prototipado, coadyuva a garantizar su seguridad y cumplir estándares.

También es importante recordar que la estrategia de diversificación de proveedores a nivel mundial y la llegada de inversión extranjera directa que está aumentando en el sector, representó una oportunidad para el mercado mexicano en 2023, por lo que es necesario contar con recursos y capacidades para cumplir con estándares de calidad, tiempos de entrega y mantener costos competitivos.

CAPÍTULO 5

El Aeroclúster de Querétaro y la cadena global de valor

Capítulo 5. El Aeroclúster de Querétaro y la cadena global de valor

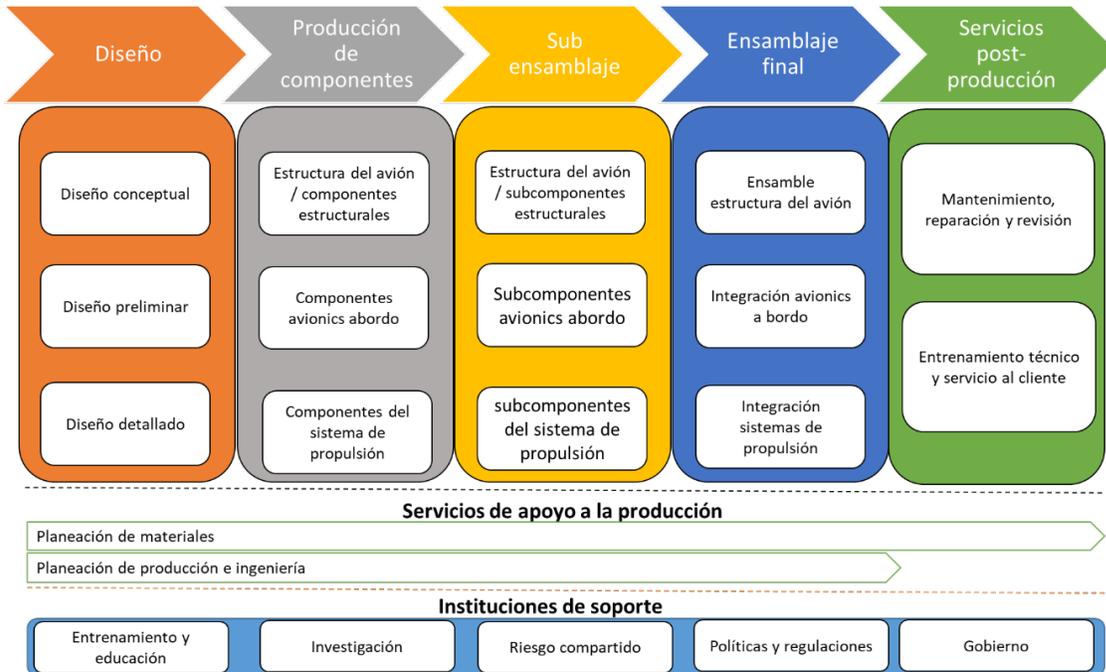
En este capítulo se utilizó la metodología propuesta por Gereffi y Fernández-Stark (2019) para analizar la cadena global de valor e identificar el posicionamiento de las Pyme del Aeroclúster de Querétaro. Se identificaron tres pequeñas y medianas empresas de capital mexicano que han tenido escalamiento en la CGV, y algunos factores que han incidido al interior y exterior de las firmas para lograr esta mejora; como un hallazgo importante se identificaron emprendimientos de tipo *start – up* y *spin – off*.

El análisis de la cadena global de valor a nivel global contempla la estructura de entrada y salida de la industria, el alcance geográfico y la identificación de aquellas empresas que tuvieron escalamientos en dicha cadena.

Estructura de entrada y salida: Se refiere a las actividades desarrolladas a lo largo de la CGV. La cadena productiva de aeronaves comerciales involucra actividades de diseño, producción de componentes, sub ensamblaje, ensamblaje final y servicios de post producción (Véase Figura 12).

Por su alto nivel de contenido tecnológico, su relación con temas de seguridad y propiedad intelectual así como la necesidad de que las firmas posean capacidades que tardan décadas en adquirirse (Niosi y Zhegu, 2010), las actividades de diseño, sub ensamblaje y ensamblaje final, suelen ejecutarse en países desarrollados.

Figura 12.
Cadena global de valor de la industria aeroespacial.



Fuente: Sturgeon & Gereffi (2013).

Aunado a lo anterior, se encuentran los ciclos largos de desarrollo de productos y la necesidad de grandes inversiones, lo que dificulta la entrada de nuevos participantes a la CGV de la industria aeronáutica comercial, sin embargo, aquellas firmas que logran incursionar en dicho mercado, establecerán relaciones y ganancias a largo plazo. (Niosi y Zhegu, 2010)

Para el caso mexicano, la mayoría de las firmas desarrollan actividades asociadas a la producción de componentes¹⁹, los cuales deben dar cumplimiento tanto a los requerimientos de los líderes de la cadena como a las normas específicas aplicables a dicha industria.

¹⁹Se consideran componentes individuales a las placas de circuitos desnudos, conectores y componentes electrónicos, sistemas de cableado y control a gran escala, piezas compuestas para las alas, tornillos especializados que se utilizan en las mesas de las bandejas de pasajeros, entre otros. Estos, pueden ser específicos de un producto o de un sector como los rotores y las antenas o bien, pueden ser genéricos (piezas de fundición sin mecanizar o pistones) (Sturgeon & Gereffi, 2013)

Utilizando como base la Figura 12 y con la información proporcionada por las firmas que forman parte del Aeroclúster de Querétaro, se construyó la Tabla 16 donde se clasifican dichas empresas de acuerdo con las actividades realizadas.

Tabla 16.

Participación de las firmas miembro del Aeroclúster de Querétaro en la CGV

Actividad en la CGV	Empresas
Diseño	Bombardier, Add Engineering, Delastek, Duqueine, Albany Engineered Composites, General Electric Infraestructure Querétaro, ITP AERO México, HORIZONTEC
Producción de componentes	Ecoaeroestructuras, RHEM Composites, Adman Leku, Aeroprocess TTT, Axon Interconex, CM Industrial, DAHER Aerospace Querétaro, Delastek, Duqueine, Elastómeros de Querétaro, ETU División Aeronáutica, HYRSA, Procesos Control Numérico Computarizado S.A. de C.V., RYMSA, Aernnova Aerospace, Airbus Helicopters, LATÉCOÈRE, SAFRAN, HORIZONTEC
Sub ensamblaje	Bombardier, Airbus, Adman Leku, ITP AERO México, LATÉCOÈRE
Ensamblaje final	HORIZONTEC ²⁰
Servicios post producción	REDWINGS, Ecoaeroestructuras, RHEM Composites, TESTIA (An Airbus Company México), SAFRAN, TECHOPS MX
Actividades de soporte a la industria	Grupo SSC, Aeroumbral, NITREX, OPTIMEN, , TRIDI, American Industries Group, Global Thermal Solutions, Prodensa,

Elaboración propia con información obtenida del Directorio del Aeroclúster de Querétaro (2022).

Las firmas dedicadas al proceso de diseño, no son de capital mexicano, por lo que se evidencia que los proveedores directos de las ensambladoras y a los que se les

²⁰ HORIZONTEC es miembro del Aeroclúster de Querétaro, sin embargo, no se encuentra inserto en la CGV al ser una firma dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de aeronaves deportivas en las categorías LSA (light sport aircraft), experimental y aviación general.

designan las actividades de mayor valor agregado tiene su origen en países desarrollados aunque posean filiales en territorio mexicano.

Gereffi y Fernández-Stark (2019) y Niosi y Zhegu (2010) señalan que las actividades de alto valor agregado suelen desarrollarse en países desarrollados y son protegidas por mecanismos de propiedad intelectual. Por esto en México únicamente se encontraron 18 “patentes, modelos de utilidad y diseños industriales” registrados en materia de aeronáutica y espacial. Estos registros contemplan conductores de electricidad, formación de laminados libres de huecos, mecanismos para reutilizar materiales, un sistema epóxico y aleaciones de materiales, entre otros. (IMPI, 2023)

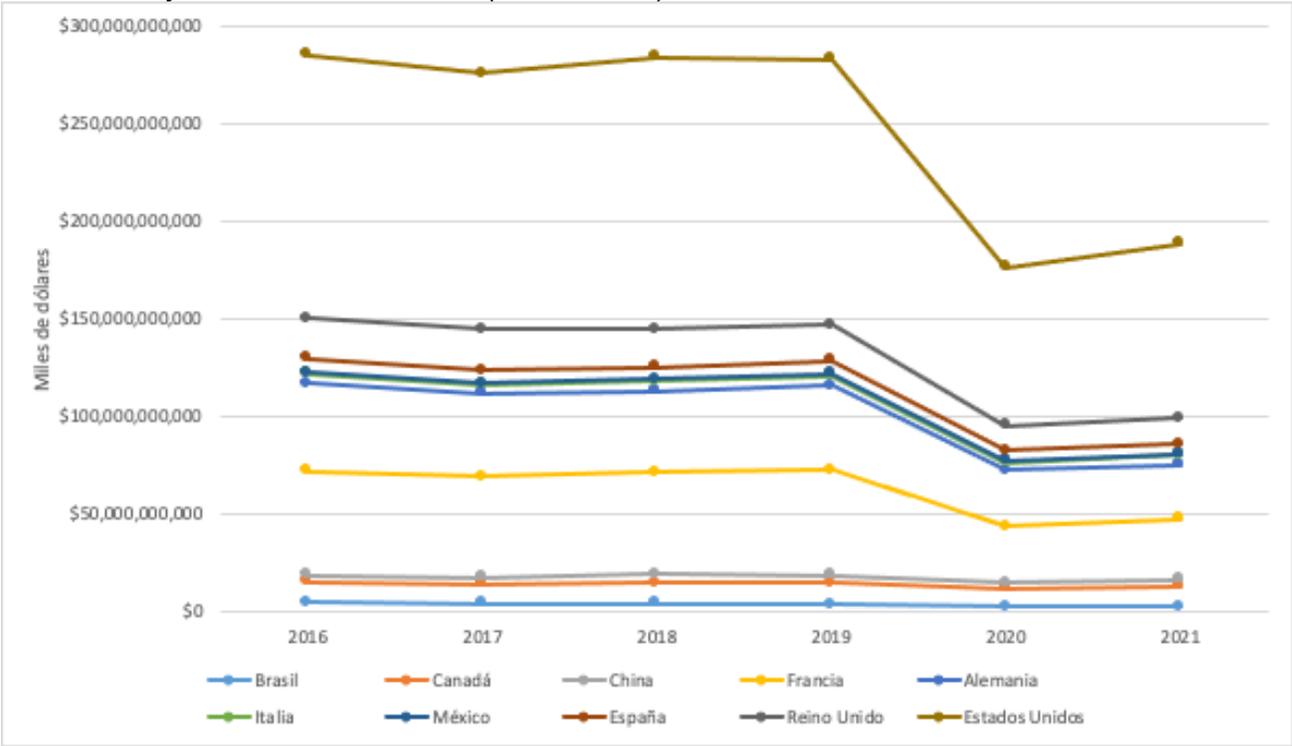
Alcance geográfico: En 2019, se pronosticó un crecimiento constante en la industria aeroespacial, por lo que, se esperaba que para 2029, existiera una demanda de 28,980 nuevos aeronaves con valor de 3,500 billones de dólares la cual provendría un 34% de Asia Pacífico, 24% de Europa, 22% de Norteamérica, y solo 7% de América Latina. De igual manera, se esperaba que la flota de aviones a nivel mundial se duplicara en el periodo comprendido entre 2008 y 2028 el equivalente a que durante los próximos 20 años se necesitaran 29 mil aviones comerciales nuevos, tanto para pasajeros como de carga. (SE, 2008)

Sin embargo, estas previsiones cambiaron radicalmente con la interrupción de los vuelos comerciales y cierre de fabricas y ensambladoras como medidas precautorias para contener la propagación del virus SARS-CoV-2 durante el 2020 y 2021. Para 2023 se observó una recuperación constante y se espera que en 2024 y 2025 las cifras se estabilicen, creciendo a un ritmo del 14% y un 13%, respectivamente.

La Figura 13 presenta un análisis de los principales exportadores de partes y componentes de aeronaves o de vehículos espaciales y sus vehículos de lanzamiento y vehículos suborbitales en un periodo de 2017 a 2021. Se observa

que los principales participantes son Estados Unidos, Francia, Alemania, China e Italia, siendo la participación de México muy limitada respecto a los otros países.

Figura 13.
Exportaciones partes de aeronaves o de vehículos espaciales y sus vehículos de lanzamiento y vehículos suborbitales (2016 – 2021).

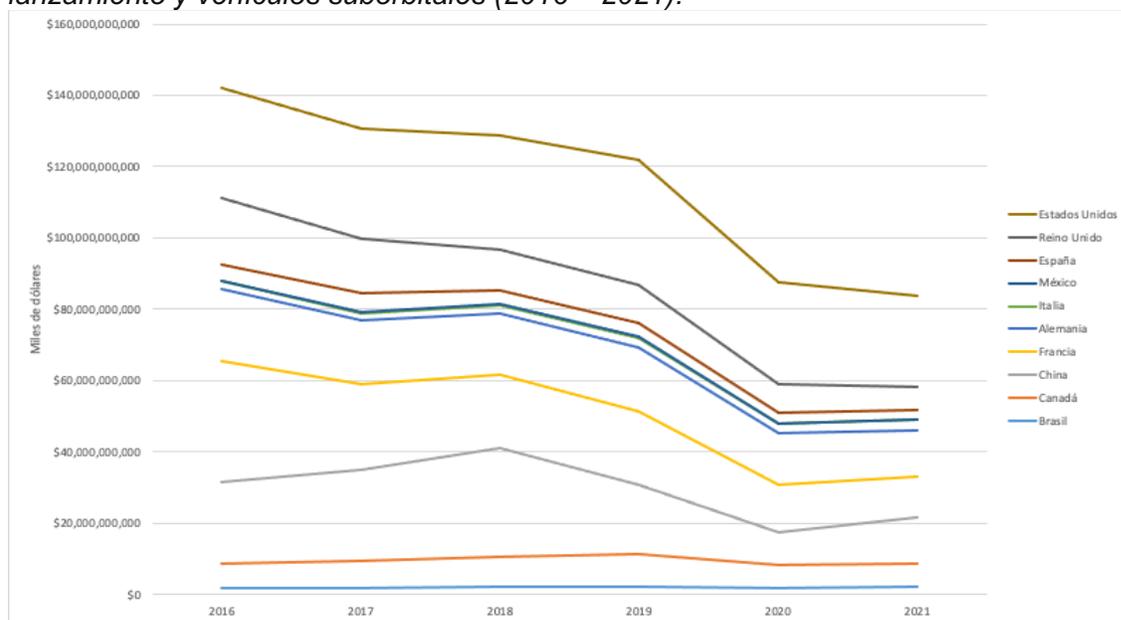


Fuente: Elaboración propia con información obtenida en Comtrade (2022).

Como se observa en la Figura 13, de 2016 a 2019 se presentó un ligero crecimiento constante en dicho sector, sin embargo en los primeros meses de la pandemia, dos tercios de la flota comercial fue puesta en tierra, repercutiendo en las entregas de aeronaves nuevas en 2020, mismas que fueron pospuestas o canceladas por parte de las compañías aéreas. (CEPAL, 2020)

Figura 14.

Importaciones partes de aeronaves o de vehículos espaciales y sus vehículos de lanzamiento y vehículos suborbitales (2016 – 2021).



Fuente: Elaboración propia con información obtenida en Comtrade (2022).

Para las firmas mexicanas que participan como proveedores en la cadena global de valor, los efectos fueron negativos; de acuerdo con cifras emitidas por la FEMIA, en 2020 las exportaciones cayeron 31% y aunque aún no existe un censo definitivo de las empresas que cerraron, se sabe que muchas pequeñas proveedoras que estaban iniciado su incursión en el sector tuvieron que cancelar operaciones. (CEPAL, 2020)

En el caso de las Pyme del Aeroclúster de Querétaro, aún antes de la pandemia, se presentaban algunas dificultades ya que gran parte de ellas son proveedoras de piezas y componentes del Boeing 737 MAX, aeronave que por disposición oficial fue retirada de circulación por los accidentes fatales ocurridos en 2018 (Lion Air) y 2019 (Ethiopian Airlines), los cuales tuvieron su origen en una falla de diseño. Estas tragedias llevaron a una suspensión global de la producción y comercialización de la aeronave durante 20 meses.

En 2022, el sector presentó indicios de recuperación, las firmas se centraron en el crecimiento futuro a través de nuevas tecnologías y soluciones, donde prevalecen tecnologías de la Industria 4.0 y el cuidado al medio ambiente. Se espera que, para el cierre de 2023, se recuperen los niveles de exportación que se tenían antes de la pandemia, que para el caso mexicano fueron de 9,600 millones de dólares. (FEMIA, 2023)

Estructura de gobernanza: A nivel mundial, la industria se encuentra liderada por cuatro grandes empresas, quienes establecen las partes y componentes a producir, tiempos de producción y materiales a utilizar, de acuerdo con Dolan & Humprey (2004) y Gereffi, Lee et al. (2009), las cadenas globales de valor están caracterizadas por estructuras de gobernanza múltiples e interactivas, y estas afectan las oportunidades y desafíos para la mejora económica y social.

En el caso de la industria aeronáutica, se identificaron dos tipos de gobernanza: **Cautiva**, donde los pequeños proveedores dependen de uno o de pocos compradores que por lo general ostentan un gran poder. Tales redes muestran un alto grado de monitoreo y control por parte de la firma líder. La asimetría en el poder en las redes cautivas fuerza a los proveedores a vincularse con su comprador bajo condiciones establecidas por un comprador final, lo que genera lazos a largo plazo y en caso de cambiar de proveedores, grandes costos para ambas partes. (Fernandez-Stark, K., & Gereffi, G. 2019, p.10)

También se identificaron características de una gobernanza **jerárquica**, con una integración vertical de un control gerencial dentro de las firmas líderes que desarrollan y fabrican productos internamente (*in-house*) (Fernandez-Stark, K., & Gereffi, G. 2019, p.10). Las Pyme miembros del Aeroclúster de Querétaro pertenecen a una cadena dirigida por el productor, es decir, sus tiempos y volúmenes de producción están determinados por las ensambladoras final o bien, por aquellas empresas localizadas como proveedores Tier 1, dedicados a producir bienes de alto valor agregado y gran contenido tecnológico como son motores y turbinas. En

Querétaro se cuenta con la presencia tanto de ensambladores finales (Bombardier, Airbus helicopters); fabricantes de motores (ITP Aero) y de turbinas (Safran).

5.1. Análisis a nivel local

De acuerdo con la metodología de análisis de CGV (Fernandez-Stark, K., & Gereffi, G. 2019), se realizó un análisis a nivel local de las firmas miembros del Aeroclúster de Querétaro; se identificaron aquellas empresas que han tenido un escalamiento en la CGV, las partes interesadas de la industria y el contexto institucional en el que se encuentran inmersas.

a) Escalamiento: Del análisis de la información obtenida a través de fuentes secundarias, como son foros, congresos, artículos periodísticos, se identificaron tres empresas miembros del Aeroclúster de Querétaro que han tenido escalamiento (Véase Tabla 17). A pesar de identificar las firmas con escalamientos y que uno de los objetivos de esta investigación es analizar los factores que inciden en el escalamiento a nivel organizacional, no se logró obtener entrevistas o realizar estudios de caso con dichas firmas ya que, al ser proveedoras directas de algunas ensambladoras, así como al migrar a actividades de proveeduría tanto en la industria militar estadounidense como en la espacial, estas firmaron convenios de confidencialidad y no se les permite dar entrevistas. Por lo antes descrito, se realizó una investigación documental de cada empresa que se presenta en el apartado 5.3.

Para determinar si las empresas tuvieron escalamiento en la CGV, se consideró si los productos ofertados tenían mayor valor agregado, si realizaban funciones especializadas, si habían migrado de ser proveedoras en la industria comercial a la militar o si eran proveedoras directas de los ensambladores finales.

Tabla 17.

Escalamientos de las empresas del Aeroclúster de Querétaro en la cadena global de valor.

Firma	Tipo de escalamiento	Descripción
ETU Aerospace	Por producto y funcional	Paso de ser proveedor Tier 3 a proveedor Tier 1. Empieza a desempeñarse como proveedor en la industria aeronáutica militar.
Elastómeros de Querétaro	Funcional	Desempeña actividades como proveedor en la industria aeronáutica y empieza a desempeñarse como proveedor en la industria aeronáutica militar estadounidense.
Hyrsa Aerospace	Por producto, funcional	Desempeña actividades como proveedor en la industria aeronáutica y empieza a desempeñarse como proveedor en la industria aeronáutica militar estadounidense y de la firma SpaceX en materia aeroespacial.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Querétaro Aerospace Conference 2022.

b) Partes interesadas de la industria: Las partes interesadas más comunes en la cadena de valor son: compañías, asociaciones de industria, trabajadores, instituciones educacionales, agencias gubernamentales incluyendo los departamentos para la promoción de las exportaciones y la atracción de inversiones, secretarías de comercio exterior, economía y educación entre otros. (Sturgeon & Gereffi, 2013)

A nivel estatal, el gobierno de Querétaro ha apoyado la localización y crecimiento de la industria aeroespacial, funge como miembro activo del Aeroclúster, y ha tenido participación en encuentros empresariales y de negocios tanto a nivel nacional como internacional, como se resultado se encuentra que, desde enero de 1999 a junio de 2021, Querétaro ha sido el estado que mayor IED ha recibido para la fabricación de equipo aeroespacial (SE, 2022). Durante 2023, el Aeroclúster cuenta con la participación de más de 80 empresas y entidades de soporte para la industria, en conjunto emplean a 10,000 colaboradores. Con la intención de fomentar el desarrollo de innovaciones y desarrollos tecnológicos, desde 2022, el clúster opera bajo el modelo de la Quíntuple Hélice de acuerdo con lo siguiente:

Tabla 18.
Integrantes del modelo quintuple hélice del Aeroclúster de Querétaro.

Academia	Industria			Gobierno	Agencias financiadoras	Startups
<ul style="list-style-type: none"> • CENAM • CIATEQ • CIDETEC • Cinvestav • Aeroméxico Formación • Arkansas State University • CEDYTEC • CONALEP Querétaro • ITESM Querétaro • Unidad de Alta Tecnología (UNAM Campus Juriquilla) • UNAQ • Investigaciones y Estudios Superiores de Querétaro (Universidad Anáhuac) • UPQ • CONCYTEQ 	<ul style="list-style-type: none"> A. E. Petsche, AEngineering Adman Leku Aeroh (Out Helping División Aeronáutica) Aeroproces Ttt Aeroumbral Axon Interconex Cm Industrial Daher Aerospace Querétaro Delastek Duqueine, Elastómeros De Querétaro, ETU División Aeronáutica Horizontec Hyrsa Lauak Aerospace Nitrex Optimen, Procesos Control 	<ul style="list-style-type: none"> Numérico Computarizado S.A. De C.V., Redwings, Rymsa, Testia (An Airbus Company México), Tridi Aernnova Aerospace Airbus Helicopters Albany Engineered Composites dd American Industries Group Bombardier General Electric Infraestructure Querétaro Global Thermal ITP Aero México Latécoère Manpower 	<ul style="list-style-type: none"> Prodensa Safran Techops Mx. 	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) • Aeropuerto Internacional de Querétaro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Banca de Desarrollo • NAFIN • BANCOMEX. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eco Aeroestructuras • Rhem Composites.

Aeroclúster de Querétaro (2022) y Cluster Business Model Report (sf).

En una primer etapa, para cubrir los requerimientos de productos y servicios necesarios para garantizar el funcionamiento de empresas multinacionales aeronáuticas en territorio queretano, se optó por aprovechar las capacidades, recursos y conocimientos de empresas pertenecientes a otros sectores como el automotriz, eléctrico, mecánico, textil, químico, entre otros y que poseían certificaciones en material de calidad (Hernández, 2012). En una segunda etapa, se trabajó en que dichas empresas obtuvieran las certificaciones particulares de la industria, lo que incentivó que éstas se volvieran más eficientes y eficaces. En la actualidad, se busca ampliar el número de proveedores nacionales, así como incentivar la innovación y desarrollo tecnológico en empresas de capital nacional, esto, mediante la creación de empresas de alto contenido tecnológico tipo *start – ups* que atiendan de manera específica los requerimientos de proveeduría de las empresas multinacionales.

c) Contexto Institucional: De acuerdo con los informes emitidos por Forbes y Mitowski (2020) el estado es considerado el mejor lugar en México para vivir e invertir, en el informe se consideran la oportunidad de inversión, oferta cultural y turística, índices de seguridad y ubicación geográfica.

De acuerdo con el Índice Mexicano para la Competitividad (IMCO) en 2020, el estado ocupó el 1er sitio en diversos rubros, como son: en innovación y sofisticación en los sectores económicos, mercado de factores eficiente y gobiernos eficientes y eficaces. Por su ubicación dentro del territorio nacional, Querétaro se ha vuelto un punto clave para la industria aeronáutica al ocupar el 3o Lugar nacional en crecimiento de pasajeros, operaciones y carga internacional (2022).

Querétaro es reconocido como un centro logístico encargado de transportar los partes y componentes producidos en la región Centro-Bajío y Occidente; su localización geográfica e infraestructura existente, lo convierten en un paso obligatorio para el flujo de mercancías transitan hacia otras latitudes del territorio nacional, siendo el Aeropuerto Intercontinental de Querétaro un factor clave en

estos procesos ya que se encuentra localizado en el mismo polígono territorial que ocupan empresas como Bombardier y Delastek.

El contexto social se refiere a la disponibilidad de mano de obra, su formación, habilidades y capacitación, también se considera la participación de las mujeres en el sector productivo y el acceso a la educación, en este sentido el 50.4% de los alumnos son mujeres y 49.6% son hombres. Según el último reporte de Newmark, tanto Querétaro como Guanajuato son los dos estados que, a pesar de la pandemia de la COVID-19, robustecieron su infraestructura y la calidad de mano de obra calificada para la industria automotriz, aeroespacial, de almacenes, transporte y alimentos. (Clúster Industrial, 2022)

Después de la pandemia, el clúster cuenta con la participación de empresas de 20 firmas capital extranjero (Anexo 3); un factor clave para la llegada y permanencia de estas el desarrollo de capital humano especializado, así como la posibilidad de desarrollar investigación en ciencia básica y aplicada. El estado de Querétaro, en colaboración con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, apoyó la creación de universidades y centros de investigación especializados en la industria aeroespacial con la finalidad de proveer mano de obra calificada y especializada, así como apoyar a las empresas en el desarrollo de proyectos de innovación, investigación y desarrollo tecnológico, el listado de las Universidades y Centros de Investigación pertenecientes al Aeroclúster de Querétaro se encuentra en el Anexo 4 al final de este documento.

El análisis realizado a los productos generados por las empresas miembro del Aeroclúster de Querétaro, señalan que la mayoría de ellos se localiza en actividades de producción de bienes tangibles, actividades destinadas a países en vías de desarrollo y de menor valor agregado.

En síntesis, la estructura del Aeroclúster de Querétaro ha sido un factor clave para la atracción de IED, de acuerdo con información presentada por su director²¹, *“el modelo de triple hélice ha permitido tener en la misma mesa de diálogo a representantes de la industria, academia y gobierno, agilizando la toma de decisiones y los compromisos adquiridos, materializando la atracción de IED, la creación de nuevas empresas y la migración de empresas especializadas de otros sectores a la industria aeroespacial”*.

Durante 2021 y 2022, las actividades de vinculación del Aeroclúster de Querétaro se incrementaron por los cambios surgidos a nivel mundial por la llegada del virus SARS-CoV-2, la desaparición de proveedores de la CGV y las capacidades desarrolladas en México, permitieron que algunas EMN contactaran de manera directa a los directivos del clúster y ellos a su vez, generaran los acercamientos necesarios con las Pyme mexicanas.

Después de retomar cifras prepandemia, durante 2023, la industria local trabaja en definir sus capacidades productivas con la finalidad de identificar las oportunidades que genera la relocalización de proveeduría (*nearshoring*) (Rosas, 2023). Además, se cuenta con la participación gubernamental en eventos de carácter internacional como es el *CAPA Latin America Aviation & LCCS Summit 2023*, donde se reunieron más de 200 delegados, tomadores de decisiones y líderes de la aviación para intercambiar ideas, buenas prácticas y dialogar sobre el desarrollo de la industria a nivel global. (Staff NewsReportMX, 2023)

En dicho evento, el Secretario de Desarrollo Sustentable del estado, declaró que el territorio es propicio para que la industria aeroespacial siga creciendo, ya que el estado tiene una Red de Clústeres y la triple hélice como modelos de impulso económico que permiten establecer alianzas para aumentar la competitividad de la industria y el desarrollo de tecnología (Staff NewsReportMX, 2023). También se resalta la importancia de Aeropuerto Intercontinental de Querétaro como uno de los

²¹ Entrevista realizada al Mtro. Antonio Velázquez el día 18 de agosto de 2022.

principales centros logísticos a nivel nacional al posicionarse en tercer lugar por movimiento de carga al transportar 46 mil toneladas de productos a julio del 2023, como estrategia de crecimiento se planea abrir nuevas rutas y destinos desde dicho aeropuerto.

Entre las estrategias futuras del Aeroclúster de Querétaro para incentivar el crecimiento de la industria, se encuentra el colaborar con la Universidad Aeronáutica de Querétaro para la instalación de un centro de competitividad aeroespacial; se pretende que este proyecto apoye a las Pyme y *start – ups* a partir de la impartición de capacitación especializada. De igual manera, se planea desarrollar una plataforma digital para negocios aeronáuticos, donde se prevé difundir las capacidades de las pequeñas y medianas empresas; este proyecto será gestionado a través del Programa estatal para el desarrollo de tecnología e innovación.

La Tabla 18, presenta de forma sintética los hallazgos derivados de los análisis a nivel global y local. A. nivel global se identifica el valor agregado de las productos fabricados por las empresas miembros del Aeroclúster de Querétaro, su participación en el comercio internacional (alcance geográfico) y el tipo de gobernanza existente en la CGV. A nivel local, se resaltan las características que hacen a Querétaro un estado atractivo para la Inversión Extranjera Directa, así como la estructura actual del clúster.

Tabla 19.
Análisis nivel global y local industria aeronáutica.

Nivel Global			Nivel Local	
Estructura de entrada y salida	Alcance geográfico	Tipo de gobernanza	Contexto Institucional	Partes interesadas de la industria
Actividades de bajo valor agregado como son producción de piezas y componentes, servicios de post producción y actividades de soporte a la industria.	Participación limitada de México en la CGV, especialmente en producción en comparación con países como China, Francia y Estados Unidos.	Cautiva y jerárquica Cadena global de valor liderada por el productor.	Querétaro es considerado un estado confiable para la atracción de IED, cuenta con infraestructura, centros de investigación, universidades, capital humano calificado y apoyo gubernamental.	Modelo de Quintuple Hélice integración de academia, gobierno, startups, industria y agencias financieras para el desarrollo de del sector aeronáutico investigación, y desarrollo tecnológico.

Fuente: Elaboración propia

El análisis a nivel local permitió identificar a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro que han tenido algún tipo de escalamiento en la cadena global de valor de la industria aeronáutica, mismas que fueron analizadas a partir de fuentes secundarias considerando aspectos a nivel organizacional, con el objetivo de identificar aquellas capacidades que les han permitido mantenerse y mejorar su participación en este sector.

5.2. Las pequeñas y medianas empresas con escalamiento: análisis organizacional

Se describen tres firmas identificadas con escalamiento, la información se obtuvo mediante fuentes secundarias siguiendo la metodología propuesta por Yin, R. (2018, pp.133-134), la cual contempla los siguientes apartados: a) contextualización del estudio con la identificación del problema y su propósito, b) procedimiento para la recolección de información, c) reporte de resultados y d) análisis de resultados.

a) Contextualización del estudio con la identificación del problema y su propósito.

Como resultado del análisis de la cadena global de valor de la industria aeroespacial y de la composición del Aeroclúster de Querétaro, se identificaron tres empresas con escalamiento, mismas que son analizadas a continuación con la finalidad de dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿cuáles son los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor?; ¿qué mecanismos utilizan las pequeñas y medianas empresas aeronáuticas para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por su interacción con empresas multinacionales? y ¿qué factores determinan el escalamiento en la cadena global de valor para las pequeñas y medianas empresas que en ella participan?

b) Procedimiento para la recolección de información.

La información se recabó mediante la consulta de páginas web, artículos periodísticos, *webinars* especializados, conferencias y congresos. Se tuvo acercamiento con los administradores de las empresas estudiadas, sin embargo, no fue posible entrevistarlos.

Se consideraron aspectos como historia de la empresa, productos o servicios ofertados, recursos y capacidades que posee, actividades de investigación, innovación y desarrollo y alianzas estratégicas.

c) Reporte de resultados por empresa.

En una primera etapa, se presenta la información correspondiente a cada empresa estudiada; en una segunda etapa, dicha información es analizada mediante la construcción de una Matriz QFD. Finalmente, se presentan algunas reflexiones sobre las empresas y se da respuesta a las preguntas de investigación.

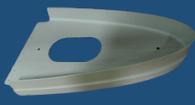
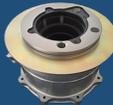
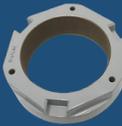
ETU Especialista en Turbopartes S.A. de C.V. división aeronáutica

En 1991, Especialistas en Turbopartes (ETU) se fundó como una empresa de manufactura para la industria rotodinámica, que proveía a fabricantes de turbinas de generación de energía. En 2008, la firma se consolidó en la industria rotodinámica, diversificándose hacia una unidad de negocio de desarrollo tecnológico. En 2010, se creó la división aeroespacial y dos años después se fabricó el primer producto aeroespacial ingresando como proveedor Tier 3 en dicha industria. (Mexicoindustry, 2021)

En 2014, se inició la transición de Tier 3 a Tier 2. Como Tier 3, fabricaban componentes para motores de propulsión, su escalamiento a Tier 2 se originó con la fabricación de cojinetes de soporte o *bearing carriers*²², con materiales de titanio, para trenes de aterrizaje. A partir de 2017 se convirtieron formalmente en proveedores Tier 2, con contratos para fabricantes internacionales, como Senior Aerospace, Fokker y Honeywell Aerospace. Dos años más tarde, dieron el salto como Tier 1, al suministrar a Airbus Helicopteros en Querétaro. La Tabla 20, presenta los productos ofertados en la división aeronáutica.

Tabla 20.

Productos y servicios ETU Aerospace

Parte de la aeronave	Aeroestructuras	Tren de aterrizaje	Ingeniería
			
Comprador	Airbus, Fokker GKN, Aernnova.	Senior Aerospace, Honeywell Aerospace	Safran Landing Systems.
Producto	Bisagra de ascensor, elementos de puerta, herrajes.	Anillo de motor, junta LPT, junta de gas, engranaje ciego, válvulas, engranaje de la carcasa.	Soportes de rodamientos, carcasas de rodamientos, casquillos.
Programa (producto final)	A320, A321, Cessna Sovereign, Cessna CJ3 & CJ4, B505 & B429, CRJ 700-900.	Trent XWB, APU's.	B737, B787, A380.

Fuente: ETU Aerospace (2023), <https://www.etu.mx/aeronautica>.

²² Cojinetes o soportes de apoyo que ayudan a reducir la fricción.

La firma ETU Aerospace ha desarrollado capacidades que le han permitido mejorar sus posicionamientos en la CGV de la industria aeronáutica, de acuerdo con información proporcionada por su directora, la Mtra. Jatziri Barrios a través de entrevistas publicadas en medios de comunicación, así como en congresos y conferencias en las que ha participado, en la firma se tiene un amplio conocimiento del entorno, lo que les ha permitido invertir en innovaciones y desarrollos tecnológicos que han mejorado y diversificado los productos ofertados. (El Financiero, 2018; Queretaro Aerospace Conference, 2022; AirTrade World, 2022; Dos de Tres, 2022; Vanguardia Industria, 2020, 2021, MexicoNow Conferences, 2021, 2022)

Aunado a lo anterior, su directora también ha manifestado una aceptación al riesgo al incursionar en un sector que a pesar de tener un alto potencial de crecimiento en México y el mundo, es sumamente complejo y requiere de altos estándares de calidad, eficiencia y eficacia. (El Financiero, 2018; Queretaro Aerospace Conference, 2022; AirTrade World, 2022; Dos de Tres, 2022; Vanguardia Industria, 2020, 2021, MexicoNow Conferences, 2021, 2022)

Otro aspecto a resaltar es la importancia que la cultura organizacional ha tenido en su escalamiento en la CGV de la industria aeronáutica, la Mtra. Barrios ha manifestado que en una industria como la aeroespacial, es fundamental que se trabaje con una cultura de honestidad y cero errores, lo que al principio representó un reto tanto para directivos como para el personal administrativo y operativo de la firma por que los empleados no reportaban los errores por miedo. (Queretaro Aerospace Conference, 2022; MexicoNow Conferences, 2021, 2022)

Además se encontró que la empresa cuenta con alianzas estratégicas con otras firmas de capital mexicano, extranjero, universidades y centros de investigación; como son: CIATEQ, CIDESI, UNAQ, UPQ, Southwester Research Institute, TEXELIS Power transmission y Texas AMN University. En la actualidad se define como una firma de desarrollo tecnológico y el mayor fabricante de piezas de turbomaquinaria en México.

Con el lema “Transformando el futuro a través de las ideas” (ETU Aerospace, 2023), la empresa ha invertido en infraestructura tecnológica que le ha permitido desarrollar soluciones de alto valor tecnológico para la industria de la turbomaquinaria (Véase Tabla 21).

Tabla 21.
Infraestructura Tecnológica ETU Aerospace 2023.

Equipos de medición	Laboratorios de Prueba	Equipos de diagnóstico
ADRE / Software Bancos de desarrollo y producción de sellos Banco de prueba para compresores Microdurómetro Microscopio óptico Interferómetro óptico Perfilómetro	Inspección Lapeado Pulido Recubrimientos de caras de sellos Ingeniería inversa Validación y pruebas	Análisis de vibración Análisis de materiales Análisis de fallas Boroscopio

Fuente: ETU Aerospace (2023), <https://www.etu.mx/aeronautica>.

Elastómeros de Querétaro S.A de C.V

La firma inició operaciones en el estado de Querétaro en 1995, y a partir de 1988 obtuvo la razón social que hasta la fecha mantiene (Elastómeros de Querétaro), desde sus inicios se ha dedicado a la fabricación de compuestos, extrusión, compresión, inyección, mecanizado, troquelado, ensamble y acabados de partes de silicón y otros polímeros orgánicos y sintéticos. (Elastómeros de Querétaro, 2023)

Una de sus fortalezas como proveedor en de la industria aeroespacial radica en que en dicha industria, la mayoría de las piezas y componentes están fabricadas de metales (resistentes o duros) y aluminio por lo que, existe una gran oportunidad de ofertar sus productos, los cuales soportan altas y bajas temperaturas, plásticos de ingeniería que puedan soportar resistencias con menor peso pero tan resistentes como los mismos metales. (MexicoIndustry, 2021; El Economista, 2016; Somos Industria, 2020)

A pesar de que obtuvieron su certificación en la norma AS9100 para ser proveedor en la industria aeroespacial en 2014, no fue hasta 2018 que la empresa incursionó realmente como proveedor ante un cambio que se dio dentro de la industria nacional, que dejó de buscar en México únicamente mano de obra calificada, para comenzar a integrar contenido local para reducir costos. *“Las mismas aerolíneas presionan a los fabricantes de aviones a reducir costos, a que sean aviones con menor consumo de gasolina, de combustibles, porque la competencia en la industria cada vez es mayor. Eso hace que busquen ahora sí un desarrollo de proveedores que les permita tener la misma calidad, pero a un menor costo”* (Nava, 2021). En el periodo comprendido entre 2014 y 2018, la firma se dedicó a capacitar a su personal en temas relacionados con la fabricación de piezas y componentes para el mercado aeronáutico comercial, con la idea de que en cuánto ingresaran como proveedores, el trabajo solicitado pudiera realizarse de manera exitosa. (MexicoIndustry, 2021)

Participan en las exportaciones de forma indirecta ya que las piezas que producen forman parte de otros bienes como son vehículos, fuselajes o electrodomésticos que manufacturan sus clientes. De forma directa, las exportaciones que se generan en el sector aeroespacial tienen como destino Estados Unidos, mientras que los componentes automotrices son enviados a Europa y China principalmente. (MexicoIndustry, 2021; El Economista, 2016; Somos Industria, 2020)

Para la firma, la llegada del virus SARS-CoV-2 representó una nueva oportunidad de negocio con la fabricación de mascarillas de silicón y termoformadas, y cubrebocas SMS y KN95, para las que lograron la aprobación de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, en México. Si bien el sector aeroespacial no les genera grandes volúmenes de producción y venta, le ha otorgado a Elastómeros de Querétaro un rigor muy alto que ha permeado en todos sus procesos, la firma cuenta con las certificaciones ISO 9001:2015 y AS9100D, que avalan la calidad de sus piezas y fabricaciones. (Elastómeros de Querétaro, 2022)

Actualmente Elastómeros es proveedor de algunas compañías Tier 1 de la industria aeroespacial como Honeywell y Safran; también trabajan con algunas Tier 2. En el sector automotriz, trabajan con Chrysler, Ford, Nissan, Mercedes, Renault y Honda; mientras que en el rubro de electrodomésticos proveen a Whirlpool, Mabe, Honda Lock, General Electric y ThyssenKrupp. (Elastómeros de Querétaro, 2022)

Entre las capacidades dinámicas identificadas y que les han permitido incursionar, mantenerse y crecer en la industria aeroespacial se encuentra el conocimiento del entorno, la inversión en innovación y desarrollo tecnológico, que les permite atender los requerimientos del mercado ante un entorno cambiante, también la capacitación constante de sus empleados, lo que les ha llevado a contar con personal altamente capacitado que labora con los principios de calidad, eficiencia y eficacia.

HYRSA Aerospace maquinados de precisión S. de R.L. de C.V.

HYRSA AEROSPACE MAQUINADOS DE PRECISION S. DE R.L. DE C.V. inició sus operaciones en mayo de 2013 con una gran inversión en maquinaria y capital humano, fue creada con la intención de satisfacer la demanda de la industria aeronáutica, por lo que opera bajo los principios de calidad, eficiencia y eficacia. (HYRSA Aerospace, 2023)

Su principal objetivo es satisfacer la necesidad de OEM's y MRO's de sustituir importaciones, así como el desarrollo de empleos de calidad bien remunerados. La firma se dedica a la producción de componentes metálicos mediante mecanizado de precisión para el sector aeroespacial, por lo que, en cumplimiento del objetivo antes descrito, la firma se enfoca en productos de exportación principalmente hacia Estados Unidos y Europa. (HYRSA Aerospace, 2023)

Hyrsa forma parte de un grupo empresarial con más de 50 años de experiencia en el sector metalmecánico, está dirigida por los hermanos Jerónimo Sánchez, director comercial, y Esteban Sánchez, director operativo. Sus talleres se enfocan en la producción de piezas para los sistemas de manejos de fluidos de cualquier

tipo de aeronave (aviones ejecutivos, helicópteros, aviones de carga y equipo aeronáutico en general). (Mexico Business News, 2016)

En la Tabla 22 se presentan las capacidades que posee la empresa para desempeñarse como proveedor en la industria aeroespacial.

Tabla 22.
Capacidades HYRSA Aerospace.

Software de diseño y manufactura	Personal	Maquinaria
Autocad Mastercam Catia Cimco Microsoft Project	Equipo de Ingeniería y Calidad altamente capacitados Técnicos con gran experiencia en Maquinados CNC	Maquinarias CNC Tornos Husillos y torretas

Fuente: Hyrsa Aerospace (2023), <https://www.hyrsa.mx/es/Capacidades.html>

De acuerdo con información proporcionada por su Director a la revista Mexico Business News (2016), la principal ventaja competitiva de la empresa es la experiencia de sus empleados, ya que estos posee diversos conocimientos que permiten a una sola persona diseñar e interpretar planos, así como crear prototipos. En este sentido, el 80% del personal recibió formación interna a través de operaciones en sectores diferentes al aeroespacial como son el metalmecánico, de alimentación y bebidas por lo que, cuentan con experiencia para manejar el software de las máquinas, lo que permite realizar ajustes sobre la marcha y pasar de fabricar una pieza a otra con gran rapidez, lo que es importante en una industria que maneja volúmenes de producción bajos y gran diversidad de piezas.

HYRSA suministra a la empresa aeroespacial ITP Group, ya que su línea de productos se enfoca en piezas pequeñas, las operaciones se centran en accesorios y bujes. Como una de sus estrategias empresariales se mantiene un alto nivel de especialización hacia el mercado de turbinas. (Mexico Business News, 2016)

Entre sus estrategias de crecimiento se encuentra el continuar como proveedores de la industria aeroespacial pero en proyectos más complejos que incluyan ensambles mecánicos de más de 5 ó 6 elementos. Buscan diversificar su producción hacía áreas como la medicina o la generación de energías renovables (HYRSA, 2022). Durante 2021, el 15% de su producción fue destina a abastecer el mercado nacional, el resto tuvo como destino diferentes exportaciones. Por ello, tienen previsto abrir un centro de desarrollo tecnológico para proyectos de plantas llave en mano, destinado específicamente a ayudar a un cliente que requiera este tipo de fabricación.

De acuerdo con las entrevistas proporcionadas a medios de comunicación impresos, digitales y a la participación en foros y congresos por parte de su Director, se identificaron capacidades como conocimiento del entorno, aceptación del riesgo porque la firma señala que es necesario invertir en mercados y productos novedosos para mantenerse competitivos, flexibilidad, inversión para la adquisición de tecnología, calidad, eficiencia y eficacia, así como disposición y capacidad de adaptar sus procesos y productos para atender los requerimientos del entorno.

d) Análisis de resultados

En este apartado se realiza un análisis comparativo entre las empresas antes descritas a través de la adaptación de una Matriz QFD y la utilización de los aportes de la teoría de recursos y capacidades, se contemplan en específico las capacidades dinámicas, de absorción, gerenciales, tecnológicas y organizacionales así como los mecanismos que las empresas utilizan para aprovechar las derramas de conocimiento.

La Matriz de calidad o QFD (*Quality Function Deployment*) es utilizada para identificar las necesidades y expectativas de los clientes, tanto externos como internos, priorizar la satisfacción de estas expectativas en función de su

importancia así como focalizar todos los recursos, humanos y materiales, en la satisfacción de dichas expectativas.

En este trabajo de investigación se realizó una adaptación de la misma porque permite realizar un análisis cualitativo y establecer relaciones entre las empresas con escalamiento y los constructos seleccionados en el marco teórico.

1. Selección de variables y constructos.

Entre los constructos seleccionados se encuentran las capacidades dinámicas, las capacidades tecnológicas, capacidades organizacionales de absorción y los mecanismos que las empresas utilizan para aprovechar las derramas de conocimiento.

Tabla 23

Constructos y variables de estudio

Capacidades dinámicas gerenciales	Capacidades tecnológicas	Capacidades organizacionales	Capacidad de absorción	Derramas de conocimiento
Percibir	Actividades de inversión y producción en equipos	Comunicación efectiva	Convivencia del personal	Movilidad de capital humano
Aprovechar	Infraestructura	Cultura organizacional	Adquisición de tecnología	Vínculos de proveeduría
Transformar	Bienes de capital	Liderazgo	Adquisición de maquinaria	Entrenamiento
	Recursos humanos calificados		Nuevas prácticas	Transferencia tecnológica directa
	Conocimiento codificado			Demostración-imitación
				Competencia derivada de la estructura de mercado
				Vínculos extranjeros.

Fuente: Elaboración propia

2. Clasificación de variables de acuerdo con su nivel de complejidad.

Las variables se clasificaron de acuerdo con su nivel de complejidad (alto, medio, bajo). Teece (2016) considera que tiene menor nivel de complejidad las actividades de adquisición de maquinaria y tecnología y un nivel de complejidad alto las actividades intangibles como lo son la asimilación de conocimiento y la implementación de nuevas prácticas que tienen como resultado la transformación de la organización. Teece (2016a) señala que el nivel de complejidad de éstas actividades está también en dependencia de la industria analizada (Véase Tabla 24). Los valores numéricos fueron asignados de acuerdo con su grado de complejidad con la finalidad de establecer porcentajes de efectividad entre las empresas estudiadas, esta actividad se realizó con base en la revisión de literatura y consultando a expertos.

Tabla 24.

Clasificación de variables de estudio de acuerdo con su nivel de complejidad

Complejidad baja (3)	Percibir Bienes de capital Adquisición de maquinaria Movilidad de capital humano
Complejidad media (6)	Aprovechar Actividades de inversión y producción en equipos Recursos humanos calificados Comunicación efectiva Adquisición de tecnología Demostración - imitación Entrenamiento Vínculos de proveeduría
Complejidad alta (9)	Transformar Infraestructura Cultura organizacional Convivencia del personal Nuevas prácticas Transferencia tecnológica directa Conocimiento codificado Vínculos con el extranjero Liderazgo

Fuente. Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 22, entre las actividades de baja complejidad se consideran aquellas que forman parte de las capacidades ordinarias de la firma, es decir, aquellas que la empresa utiliza para realizar sus actividades cotidianas. En el otro extremo, se consideran aquellos recursos y capacidades que permiten a la empresa atender de manera inmediata los requerimientos, amenazas y cambios del entorno así como transformar sus procesos o productos para obtener una ventaja competitiva.

3. Construcción de la matriz QFD.

En la adaptación de la matriz QFD, se colocaron en el eje vertical las empresas analizadas y en el eje horizontal las variables de estudio catalogadas por su nivel de complejidad (Véase Tabla 25).

Tabla 25.
Diseño Matriz QFD

Empresas	Complejidad baja (3)				Complejidad media (6)						Complejidad alta (9)										
	Peribir	Bienes de capital	Liderazgo	Adquisición de maquinaria	Movilidad de capital humano	Aprovechar	Actividades de inversión y producción en equipos	Recursos humanos calificados	Comunicación efectiva	Adquisición de tecnología	Demostración - imitación	Entrenamiento	Vínculos de proveeduría	Transformar	Infraestructura	Cultura organizacional	Convivencia del personal	Nuevas prácticas	Transferencia tecnológica directa.	Conocimiento codificado	Vínculos con el extranjero
ETU Aerospace																					
HYRSA																					
Elastómeros de Querétaro																					

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los casos.

4. Selección de actividades desarrolladas por las Pyme con escalamiento.

De acuerdo con la información obtenida en cada empresa, se seleccionaron las actividades que desarrollan en el desempeño de sus funciones habituales²³ (Véase Tabla 26). Esto con la finalidad de poder evaluar a cada empresa de acuerdo con el desempeño identificado.

²³ Aquellas actividades que requerían de información directa en la organización (comunicación efectiva, liderazgo, cultura organizacional) fueron eliminadas para evitar sesgos en el análisis.

Tabla 26.**Actividades desarrolladas por las empresas con escalamiento**

Empresas	Complejidad baja (3)				Complejidad media (6)						Complejidad alta (9)						
	Percebir	Bienes de capital	Adquisición de maquinaria	Movilidad de capital humano	Aprovechar	Actividades de inversión y producción en equipos	Recursos humanos calificados	Adquisición de tecnología	Demostración - imitación	Entrenamiento	Vínculos de proveeduría	Transformar	Infraestructura	Nuevas prácticas	Transferencia tecnológica directa.	Conocimiento codificado	Vínculos con el extranjero
ETU Aerospace	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9
HYRSA	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9			9
Elastómeros de Querétaro	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9			9

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los casos.

5. Identificación de factores comunes entre las Pyme con escalamiento.

Derivado de la complejidad tecnológica de la industria, todas las empresas invierten en adquisición de maquinaria y tecnología, lo que les permite cumplir con los estándares de calidad y tiempos de producción requeridos. También, se identificó que es de suma importancia contar con personal altamente calificado y que éste participe en actividades de entrenamiento y capacitación de manera constante.

Las tres empresas poseen vínculos de proveeduría, lo que ha facilitado la adquisición de conocimientos y nuevas prácticas, en industrias cautivas y jerárquicas, se suelen establecer lazos de colaboración a largo tiempo, por lo que los líderes de la cadena global de valor, suelen compartir con sus proveedores planos, diseños y especificaciones de los productos requeridos tanto para fabricar algunos componentes de la aeronave como para ensamblar un bien final.

Tabla 27.*Factores comunes entre empresas con escalamiento*

Empresas	Complejidad baja (3)				Complejidad media (6)						Complejidad alta (9)						Sumatoria final	
	Percibir	Bienes de capital	Adquisición de maquinaria	Movilidad de capital humano	Aprovechar	Actividades de inversión y producción en equipos	Recursos humanos calificados	Adquisición de tecnología	Demostración - imitación	Entrenamiento	Vínculos de proveeduría	Transformar	Infraestructura	Nuevas prácticas	Transferencia tecnológica directa.	Conocimiento codificado		Vínculos con el extranjero
ETU Aerospace	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9	111
HYRSA	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9			9	93
Elastómeros de Querétaro	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9			9	93
Sumatoria final	12				36						63						111	

Elaboración propia con base en la información de los casos.

Como se observa en la Tabla 27, la empresa mejor evaluada es ETU Aerospace, la principal diferencia radica en la inversión en actividades de innovación y desarrollo tecnológico, posee un centro de desarrollo tecnológico y destina fondos a actividades de I+D además de colaborar con universidades y centros de investigación nacionales e internacionales. De acuerdo con Petricevic & Teece (2019), para que las empresas puedan beneficiarse de la innovación, deben contar con mecanismos de propiedad intelectual, en este sentido, de acuerdo con la información recaba, se identificó que la firma posee patentes principalmente en recubrimientos y nuevos materiales.

5.3. Resultados y discusión sobre las pequeñas y medianas empresas con escalamiento en la cadena global de valor

Con relación a las preguntas de investigación presentadas al inicio de este documento, se encontró lo siguiente:

- a) ¿Cuáles son los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor?, bajo el supuesto de investigación los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro beneficiarse de su inserción en la cadena global de valor de la industria aeroespacial están relacionados con las capacidades gerenciales, de absorción, tecnológicas y del territorio. En este sentido se identificó que las Pyme que han tenido escalamiento en la CGV, presentan evidencia de sólidas capacidades de absorción y gerenciales, lo que les permite aprovechar los conocimientos adquiridos mediante su interacción con EMN para transformar los procesos y productos o servicios ofertados más rápido que sus competidores. Un factor importante para que las empresas puedan implementar cambios y adoptar nuevas prácticas es el capital humano altamente capacitado y el entrenamiento constante que este recibe.

También se observa, que las empresas analizadas invierten gran cantidad de recursos en la adquisición de maquinaria y tecnología, lo que aunado al personal capacitado, les permite cumplir con los requerimientos de dichas multinacionales, las cuales esperan productos de alta calidad desarrollados en poco tiempo y a un bajo costo.

En cuanto a las capacidades territoriales se refiere, el Aeroclúster de Querétaro ha funcionado como un agente que articula y propicia la colaboración entre la academia, el gobierno y la industria. La infraestructura con la que cuenta en el estado, ha favorecido el crecimiento de la industria así como la atracción de IED, en este sentido tanto la UNAQ como el AIQ son actores clave que facilitan el desempeño de las firmas localizadas en este territorio.

- b) Otra pregunta que se planteó en esta investigación se relaciona con los mecanismos que utilizan las pequeñas y medianas empresas aeronáuticas para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por su interacción con empresas multinacionales.

Se encontró que estos mecanismos son los vínculos con la proveeduría, el entrenamiento y capacitación constantes, las actividades de demostración – imitación, los vínculos de proveeduría y con el extranjero. Además, ETU Aerospace también ha realizado actividades de transferencia tecnológica directa. La vinculación es un factor importante en el escalamiento de las firmas porque aunque existen asimetrías en el interior de la cadena global de valor, estas pueden disminuir mediante el aprovechamiento del flujo de conocimiento, lo que permite a la empresa aprender y renovar sus estrategias de competencia, mejorando así su posicionamiento en la CGV (Sandoval, 2012); de acuerdo con Gereffi (2001) “el desarrollo requiere de un vínculo

selectivo con diferentes tipos de ‘empresas líderes’ de las industrias globales”.

- c) En cuanto a la pregunta ¿Qué factores determinan el escalamiento en la cadena global de valor para las pequeñas y medianas empresas que en ella participan? Estos factores pueden catalogarse en factores internos y externos. Los factores externos que determinan el escalamiento de las firmas se refieren a la gobernanza, la estructura de entrada y salida, el alcance geográfico, el contexto institucional y partes interesadas en la industria.

Se identificó que la gobernanza es una limitante para que las empresas escalen ya que éste fenómeno está en dependencia de los líderes de la cadena, *“en las cadenas de valor jerárquicas, la presión para cumplir con los estándares impuestos por las empresas líderes a menudo propicia el escalamiento en productos y procesos, pero el escalamiento funcional es muy infrecuente”* (Contreras, 2015).

También, la estructura de entrada y salida dificulta el escalamiento de las firmas, como se mencionó, las actividades se desarrollan en países desarrollados y en vías de desarrollo; en México se realizan actividades de producción de piezas y componentes, sub-ensamblaje y servicios post venta, sin embargo, las actividades de mayor valor agregado como son ingeniería y diseño y el ensamblaje final se realizan en las matrices de las EMN.

CAPÍTULO 6

**Estudio de caso adherido:
Horizontec y Grupo SSC.**

Capítulo 6. Estudio de caso adherido: Horizontec y Grupo SSC.

En la conformación de un estudio de caso se busca comprender en profundidad un fenómeno desde múltiples perspectivas. Observar y analizar desde diferentes perspectivas ayuda a lograr una comprensión detallada y completa de un fenómeno complejo y poco estudiado que sucede en un contexto específico, como puede ser el de un territorio.

En este estudio se utilizaron diferentes técnicas para la obtención de información: información secundaria, entrevistas semiestructuradas, visitas a las empresas, revisión de documento o contratos. El estudio de caso planteado nos permite utilizar varias fuentes de evidencia para validar los resultados.

De acuerdo con Yin, R. (2018), se estableció el protocolo (Ver Anexo 2) que sirvió como guía para el desarrollo del estudio de caso “simple adherido”, el cual contempla **múltiples unidades de análisis que comparten un contexto en común**. Para el establecimiento de dicho protocolo, se consideran seis secciones (Yin, R., 2018, pp.133-134): Contextualización, el procedimiento para la recolección de datos, la guía de preguntas, el análisis de la información obtenida, la validación del estudio y el esquema del reporte de resultados.

En la investigación se revela la presencia de innovaciones, derramas de conocimiento, desarrollo de capacidades gerenciales y de absorción, en miembros **excepcionales** del Aeroclúster de Querétaro como Horizontec, que es la primera empresa mexicana dedicada al diseño y producción de aeronaves, y en el Grupo SSC que es una startups intensiva en conocimiento que participa en la cadena global de valor aeroespacial como proveedora de servicios.

Se justifica la selección de estas dos empresas porque presentan los fenómenos a estudiar en este trabajo como son innovaciones, respuesta a derramas de conocimiento, desarrollo de capacidades gerenciales y de absorción. Además,

estas empresas han mantenido una relación de varios años en la que una de ellas le ha dado asesoría y prestado un software básico para el diseño de aviones a la otra, juntas han logrado innovaciones en el uso de materiales que modifican el producto, hacen más ligera la aeronave y finalmente se han convertido en socios comerciales.

6.1. Establecimiento del contexto mediante entrevistas semiestructuradas

Con la finalidad de explicar la situación actual del contexto en que se desempeñan las empresas estudiadas, se realizaron entrevistas semiestructuradas a actores clave de la industria que fueron seleccionados utilizando la técnica de “bola de nieve”, estos actores fueron seleccionados por poseer una amplia experiencia y conocimiento del sector, ser académicos, empresarios o directivos de asociaciones empresariales.

Esta investigación se realizó en gran medida durante la pandemia generada por el virus SARS-CoV-2, donde uno de los sectores más afectados a nivel mundial fue la industria aeronáutica. El cierre de fronteras como medida precautoria para evitar la propagación del virus, tuvo como consecuencia que más del 90% de la flota aérea a nivel mundial fuera puesta en tierra, lo que ocasionó la cancelación de compras de aeronaves impactando a lo largo de la cadena global de valor (CEPAL, 2020).

El grupo de especialistas entrevistados, concuerdan que fue una etapa difícil para la industria a nivel mundial, en el caso mexicano, las fábricas fueron cerradas y la producción de piezas y componentes se detuvo; empresas desaparecieron durante éste periodo, sin embargo, también hubo oportunidad para que algunas empresas aeronáuticas y universidades que prestaban servicios de investigación y desarrollo tecnológico se desempeñaran en sectores diferentes, aprovechando los conocimientos, personal capacitado, equipo y maquinaria que ya poseía. Ejemplo de ello son las asesorías brindadas por la Unidad de Alta Tecnología de la UNAM

campus Juriquilla a sectores como el electrónico²⁴ y la incursión de empresas miembro del Aeroclúster de Baja California en la investigación, desarrollo y producción de respiradores de uso médico²⁵.

Durante 2021, después de los trabajos de negociación encabezados por la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, se logró que la industria aeroespacial mexicana fuera catalogada como estratégica, lo que permitió la apertura de plantas y maquiladoras, así como la reactivación económica de éste sector.

Durante 2022, la industria presentó un crecimiento constante, sin embargo, recuperar los niveles mantenidos hasta antes de la pandemia puede tardar en 5 y 10 años. Para algunas firmas la pandemia ha significado una oportunidad para migrar hacia actividades de mayor valor agregado, además de que algunas EMN, ante la pérdida de proveedores, han recurrido al mercado mexicano para abastecerse, compartiendo sus conocimientos para acelerar los procesos productivos.

Se está dando un proceso de clusterización a nivel nacional, para poder hacer frente a las demandas del mercado a nivel internacional. También, ante los cambios surgidos por la guerra entre Ucrania y Rusia así como la guerra comercial entre Estados Unidos y China, se presentan evidencias de *nearshoring* como estrategia para disminuir los costos y asegurar las provisiones de partes y componentes.

La innovación y desarrollos tecnológicos son un factor clave para que las industrias escalen en la cadena global de valor, sin embargo, un factor que puede inhibir dicho proceso es la gobernanza. A pesar de que se identifican Pymes que han logrado tener un escalamiento, las actividades de mayor valor agregado se encuentran en los países desarrollados y estos últimos son quienes cuentan con mecanismos de propiedad intelectual.

²⁴ Entrevista realizada al Jefe de la carrera de Ingeniería Aeroespacial de la Universidad Nacional Autónoma de México.

²⁵ Entrevista realizada al Director del Baja Aerospace Cluster.

Los cambios surgidos a nivel global son un determinante para el crecimiento de la industria aeronáutica mexicana. Se presentan evidencias de que tanto China como Rusia ya son ensambladores finales de aeronaves comerciales, lo que dificulta que Airbus y Boeing mantengan la supremacía del mercado a largo plazo.

En el caso particular de Querétaro, antes de la pandemia ya se presentaban algunos problemas en el sector asociados a las fallas mecánicas del Boeing 737 MAX, sin embargo, la pandemia fue fatal para la industria, en especial para las pequeñas y medianas empresas. Aquellas que sobrevivieron a la crisis, son las que presentan tecnología, son flexibles, eficientes y eficaces, además de que operan bajo altos estándares de calidad; también, la diversificación de mercados fue un aspecto clave para sobrevivir a la cancelación de pedidos, muchas empresas migraron al mercado de salud, aprovechando sus conocimientos y maquinaria en la producción de insumos médicos y respiradores²⁶.

El análisis de la industria aeroespacial en el estado de Querétaro, indica que existe presencia de derramas de conocimiento entre los miembros del aeroclúster, las cuales se observan en la primera empresa mexicana dedicada al diseño y producción de una aeronave y a la consolidación de tres Pymes intensivas en conocimiento localizadas como *start-ups* dentro de los miembros de dicho aeroclúster, de estos tres emprendimientos, se identifica que dos de ellos ya están como proveedores de empresas multinacionales.

Siguiendo los aportes de Contreras (2015), se identificaron micro, pequeñas y medianas empresas que han logrado desarrollarse de manera exitosa en la cadena global de valor de la industria aeroespacial, mediante el aprovechamiento de las derramas de conocimiento (procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas) generadas a partir de la llegada de empresas multinacionales a territorio mexicano.

²⁶ Entrevista realizada al Director del Clúster Aeroespacial de Querétaro.

6.2. Procedimiento para la recolección de datos

La recolección de datos se realizó de manera presencial en las instalaciones de las empresas estudiadas, se realizó una guía de entrevista semiestructurada (Véase Anexo 2) la cual fue aplicada a los directivos / emprendedores y a algunos miembros de la organización.

También, se revisaron las páginas web de las empresas, noticias y artículos periodísticos y se asistió a congresos y conferencias donde los fundadores presentaron los trabajos que han realizado, retos y oportunidad que presentan en la actualidad.

6.3. Análisis de la información obtenida

El análisis de la información obtenida se realizó considerando las proposiciones teóricas (Yin, R., 2018 p. 216). Dicho análisis se centro en dar respuesta a las preguntas: ¿Cuáles son los factores que permiten a Horizontec beneficiarse de las derramas de conocimiento para diseñar, fabricar, ensamblar y comercializar una aeronave deportiva? y ¿Cuáles son los factores que han permitido a Grupo SSC desempeñarse como una institución de soporte en la industria aeroespacial?

6.4. Reporte de resultados

Para presentar los resultados obtenidos, se utilizó una estrategia analítica descriptiva, la cual consiste en detallar los hallazgos e información obtenida durante las visitas y entrevistas. Esta estrategia permite también hacer comparaciones utilizando el marco teórico de referencia (Yin, R., 2018, p. 219). La información obtenida se detalla a continuación.

6.4.1. Horizontec

Uno de los hallazgos en esta investigación fue la detección de la empresa mexicana, **Horizontec**,²⁷ que ha diseñado y fabricado una aeronave deportiva ligera en México, que recibe el nombre de **Halcón 2**. Este caso cumple con características necesarias para ser considerada como una empresa innovadora, que aprovecha derramas de conocimiento y para explicar la importancia del desarrollo de capacidades del territorio. En el estudio de esta empresa se llevaron a cabo entrevistas y recopilación de información secundaria. Se entrevistó en dos ocasiones al fundador y director general de la empresa y se realizó una visita a sus instalaciones en el aeropuerto de Celaya. También se entrevistó en dos ocasiones a uno de sus exempleados que fue Gerente de Calidad en la empresa.

En este apartado se consideran los siguientes aspectos: El emprendedor y el emprendimiento, los mecanismos para el aprovechamiento de las derramas de conocimiento, las capacidades gerenciales y de absorción, la Interacción con el entorno y el desarrollo de innovaciones

6.4.1.1. *El emprendimiento, el emprendedor y sus capacidades gerenciales*

Horizontec fue creada en 2014, por un emprendedor mexicano, Giovanni Angelucci Carrasco, nacido en México en 1970, de ascendencia italiana que actualmente es su director general. El ingeniero es un emprendedor, *“es un hombre con un sueño que va tras su objetivo, percibe la oportunidad y crea una empresa para aprovecharla (Bucardo, Saavedra y Camarena, 2015)”*. De acuerdo con estos autores hay dos factores importantes para alcanzar el éxito en un emprendimiento: haber trabajado previamente en el área como empleado y tener educación superior. Giovanni Angelucci estudió ingeniería y aprendió a diseñar aviones trabajando para una multinacional de la industria aeroespacial en Italia.

²⁷ Información tomada de la bitácora de la visita a la empresa y las entrevistas realizadas al Ing. Angelucci y al personal de la empresa.

El entrenamiento que recibió es considerado como un importante mecanismo de transferencia de conocimiento (Blomstrom 1998; citado en Contreras, 2015) porque las capacidades adquiridas se pueden diseminar posteriormente, cuando se trabajan para otras empresas o cuando se emprende un negocio propio. Angelucci aprendió a diseñar aviones en una multinacional en el extranjero, pero **las capacidades del territorio**, específicamente en la Ciudad de México, Querétaro y después en Guanajuato, le permitieron colaboración con profesionales capacitados, que comprendían sus necesidades, que pudieron asesorarlo y opinar sobre la trayectoria del producto y la empresa.

La edad del emprendedor también ha sido muy estudiada porque se ha encontrado que entre 25 y 39 años de edad es más fácil tomar riesgos, cuando se tienen menos compromisos familiares (Bucardo, Saavedra y Camarena, 2015). Sin embargo, el ingeniero Angelucci fundó Horizontec cuando tenía poco más de 40 años. Actores importantes como la familia y amigos aportaron los primeros recursos para fundar la empresa.

Las características de personalidad también han sido muy estudiadas, la perseverancia, flexibilidad para adaptarse y autorregularse son importantes. Durante la vida de la empresa el ingeniero Angelucci ha tenido que resolver problemas y replantear en varias ocasiones su gran proyecto. Por ejemplo, en 2016 en la exposición de diseño en el museo Tamayo declaró su intención de fabricar cinco aviones de madera replicando al “Halcón 1” (Plasencia, 2016); después en 2017 declaró que tenía perspectivas para fabricar 30 aviones por año (Inadem, Economía, Gob. 2017) pero en 2023 observamos que únicamente ha fabricado un avión de madera, el “Halcón 1”, y después fabricó el “Halcón 2”, que es una aeronave de fibra de carbono, que en estos momentos ya vuela y está en proceso de lograr sus últimas certificaciones con horas de vuelo comprobadas. Sus planes han tenido que cambiar de acuerdo con las circunstancias y es un proceso de adaptación constante.

El ingeniero también puede incluirse en la categoría de **emprendedores-empresarios** que son aquellos que poseen otras habilidades como medir el riesgo, echar a andar la empresa, tener una visión del negocio, hacer planeación a largo plazo, crear estrategias para aprovechar oportunidades, conseguir financiamiento y reclutar elementos humanos con los conocimientos necesarios (Bucardo, Saavedra y Camarena, 2015).

Sus **capacidades de liderazgo, negociación, comunicación efectiva, aceptación de riesgo**, crearon ambientes de colaboración y empoderamiento que se reflejan en las alianzas estratégicas realizadas con otras empresas, con agentes del gobierno, instituciones de educación superior y socios como se evidencia en tres alianzas estratégicas que describimos a continuación:

a) Pirwi-Horizontec

Pirwi es una empresa dedicada al diseño de muebles que inició operaciones en 2007 en la Ciudad de México. Su director Alejandro Castro conoció al Ing. Agelucci y a su tío, el Arquitecto Eduardo Carrasco, quienes le contagiaron su entusiasmo por los aviones (Plasencia, 2016). El Arq. Castro, apoyado por la familia Rojano se unió a Horizontec para fabricar la aeronave de madera llamada “Halcón 1”. La importancia de esta alianza radica en que la empresa Pirwi, contaba con personal altamente capacitado para trabajar con madera llamados “*ebanistas*”²⁸, lo que facilitó no sólo construir una aeronave, también cumplir con los estándares requeridos por la Federal Aviation Administration (FAA) y conseguir que esta pudiera volar de manera segura.

²⁸ Un ebanista tiene que formarse en profundidad, adquirir conocimientos geométricos, espaciales, materiales y practicar durante años hasta alcanzar el grado de **maestría**. El ebanista es un inventor que da respuesta a los problemas de su clientela y sabe fabricar aquello que se le requiere, por más complicado que sea.

Entre sus características particulares se encuentran que tiene peso máximo de despegue de 600 kg y un máximo de dos plazas” y de acuerdo con el Ing. Angelucci las innovaciones más importantes son el diseño aerodinámico y el uso de materiales, que dan como resultado un avión que permite volar a 250 km/h de velocidad de crucero.

b) Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas (Centa) y Horizontec

Uno de los acuerdos de colaboración más importantes de Horizontec se firmó con el CENTA (consorcio creado dentro del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) que es un Centro Público de investigación (CPI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Como parte del acuerdo, las oficinas de la empresa se establecieron en las instalaciones del CENTA, además, las aeronaves diseñadas podían aprovechar la pista del Aeropuerto Intercontinental de Querétaro para realizar pruebas y cumplir con las horas de vuelo requeridas para obtener permisos y certificaciones necesarios para su comercialización.

Además, este centro brindó los conocimientos y maquinaria necesarios para realizar pruebas de resistencias de materiales, también se apoyó a la empresa con materia prima, caracterización, generación de componentes y estructuras, además de fluidos, simulación y verificación. Gracias a esto el prototipo obtuvo certificaciones de la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). En el proyecto también colaboraron ingenieros del Instituto Politécnico Nacional de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Ticomán y de la Universidad Nacional Aeronáutica de Querétaro, algunos alumnos realizando prácticas profesionales, lo que tuvo como resultado la generación de derramas de conocimiento hacia los alumnos que participaron en el desarrollo del proyecto.

Después de su colaboración en el Halcón 1 (H1), ambas organizaciones iniciaron trabajos para diseñar y manufacturar un segundo prototipo de avión ligero

materiales compuestos de fibra de carbono llamado Halcón 2 (H2). Dicho proyecto consistió en armar un avión biplaza, monomotor, ala baja, una aeronave ligera deportiva de uso recreativo, deportivo, para escuelas de aviación y avio-turismo, con un consumo estimado de 10 a 12 litros de combustible por hora de vuelo, lo que se consideraba muy económico (Contreras, 2017).

De acuerdo con el convenio general de colaboración (CIDESI, 2017) Horizontec fue apoyada en 2015 por el fondo de innovación tecnológica (FIT-ECO-2015-C01-260587) para el diseño y desarrollo de una aeronave ligera con material compuesto de fibra de carbono y ya contaba con un prototipo de madera. Se firmó un convenio general de colaboración por tres años entre CIDESI y Horizontec. La colaboración “tiene por objeto, la realización de tareas relativas al desarrollo de ingeniería, tecnología, ensayos de materiales, pruebas estructurales y aspectos de incorporación de normatividades, certificaciones y sistemas de calidad, orientados a la construcción de aeronaves ligeras deportivas” estas actividades serían expresadas en proyectos y programas que se formalizaran como “convenios específicos” (CIDESI, 2017).

b) Alianza estratégica con Grupo SSC

Otra alianza estratégica muy importante ha sido la llevada a cabo con el Grupo SSC para la generación de las pruebas de simulación de aerodinámica y mecánica de fluidos. Angelucci y Balderas tienen una relación de varios años. Se volvieron socios a cambio del préstamo del software ANSYS y de asesoría para su utilización. Grupo SSC se especializa en el desarrollo de software de simulación. Mediante su software llamado CATIA, la empresa Horizontec pudo diseñar las superficies, interiores y análisis de curvatura de Halcón II. Trabajaron en el prototipo de madera y en investigaciones sobre materiales, buscando un avión menos costoso y pesado.

Llevaron a cabo innovaciones como unir las partes del avión con un pegamento especial lo que lo hizo más ligero. Por medio del software de simulación definieron

en dónde reforzar piezas y componentes con menos peso para que el avión estuviera equilibrado. También compraron planchas para moldear las alas porque no se pueden adquirir en el mercado: son muy caras y no eran adecuadas para el diseño del avión. En resumen, SSC los ayudó a innovar al transformar el proceso de producción y esto se manejan como secreto industrial.

El aprovechamiento de programas gubernamentales. El contexto institucional, en especial la política pública de ciencia y tecnología incidió de manera positiva en el aprovechamiento de las derramas de conocimiento en el caso del Halcón 2. La empresa accedió a financiamientos otorgados por del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) donde se concursó en una convocatoria del Fondo de Investigación Tecnológica (FIT) y los cinco millones de pesos obtenidos fueron asignados para realizar un estudio benchmarking de mercado y para apoyar económicamente a los alumnos participantes. También permitió identificar las oportunidades del mercado, así como las características que presentan las aeronaves comercializadas en otras partes del mundo. También se identificó que tienen una ventaja en costos, porque es más barato producir en México que en Europa. Se detectó que había oportunidades de vender su producto con las escuelas de vuelo y con la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).

La capacidad de absorción, entendida como la habilidad de una empresa para reconocer el valor de información nueva y externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales; beneficia el aprovechamiento de derramas de conocimiento, lo anterior se observa en el estudio financiado por el Fondo de Investigación Tecnológica del CONACYT, que identificó necesidades de aviones ligeros utilizados por las escuelas de vuelo, analizó la aceptación de las aeronaves y descubrió que no es un mercado competido en México lo que le permitía ser un *“nuevo entrante”*. Esto tuvo como resultado el cambio en el sistema de producción de las partes y componentes de la aeronave, se tuvieron que diseñar los moldes para fabricar partes del fuselaje y buscar proveedores (principalmente de fibra de carbono y resina) a nivel nacional. La aeronave es producida, ensamblada y

comercializada casi en su totalidad en las instalaciones de Horizontec, elementos de alto valor agregado como son los sistemas de aviónica y el motor son comprados en el extranjero.

Durante 2021, la reestructuración del CONACyT llevó al cierre de las instalaciones del CENTA, por lo que, en aprovechamiento de las capacidades territoriales del estado de Guanajuato y por las políticas públicas estatales que incentivan el crecimiento de la industria aeroespacial en el estado, Horizontec recibió un espacio para construir una nave industrial en los terrenos del Aeropuerto Internacional de Celaya, razón por lo cual, las operaciones administrativas, de investigación, fabricación y ensamble se realizan en dicha entidad desde 2022.

En la actualidad, Horizontec es una empresa formalmente establecida que cuenta con equipos multidisciplinarios de trabajo que poseen conocimientos especializados en temas de diseño, dinámica de fluidos, manejo de software para simulación, entre otros, además un miembro de la familia Rojano, que fueron los ebanistas que participaron en la construcción del Halcon 1, sigue colaborando en dicho proyecto. Como parte de las estrategias de promoción de la aeronave, Horizontec ha participado en diferentes ediciones de la Feria Aeroespacial Mexicana (FAMEX), en la edición en México de la Feria de Hanoover, en reuniones con representantes gubernamentales y en diferentes clústeres aeroespaciales.

6.4.2. Grupo SSC

Como segundo caso de estudio, se consideró a la empresa Grupo SSC, al considerarse una empresa excepcional al desempeñarse en diferentes industrias a nivel nacional e internacional como son la electrónica, metal-mecánica, petroquímica y aeronáutica. También ha desarrollado actividades de innovación y desarrollo tecnológico y fue una de las primeras empresas en desempeñar actividades de soporte a empresas multinacionales aeronáuticas cuando llegaron a territorio mexicano.

El análisis de la empresa Grupo SSC, hace énfasis en la capacidad de absorción que ha desarrollado la firma para beneficiarse de las derramas de conocimiento surgidas en el entorno. Se analiza también, el papel que ha tenido su fundador y CEO en el crecimiento de la firma y aquellos factores externos a la organización que influyeron en el desarrollo de innovaciones o adopción de nuevas estrategias para que la empresa se haya mantenido vigente por más de 30 años en el mercado.

Por lo anterior, en este apartado se consideran aspectos como **el emprendimiento, el emprendedor y sus capacidades gerenciales, participación en la cadena global de valor de la industria aeroespacial, mecanismos para el aprovechamiento de las derramas de conocimiento, capacidades de absorción, tecnológicas y organizacionales e Interacción con el entorno y desarrollo de innovaciones.**

6.4.2.1. El emprendimiento, el emprendedor y sus capacidades gerenciales

Fundada en 1990 por el Ing. Mecánico Fernando Balderas López, la empresa es considerada la primera firma mexicana en brindar servicios dedicados a la solución de problemas específicos de la industria mediante el diseño e ingeniería impulsada por Simulación Numérica. Tiene más de 100 empleados, con grados de Doctores, Maestros en Ciencias, Físicos, Químicos, Ingenieros Mecánicos, Mecatrónicas y Electrónicos.

De acuerdo con el índice de Gestión de Procesos de Negocio (BPM), Grupo SSC se cataloga como una empresa en etapa “optimizada” al utilizar herramientas de tecnologías de la información en el desarrollo de sus funciones, cuentan con una cultura organizacional que promueve la comunicación constante entre los miembros de la organización, son proactivos y trabajan constantemente en el desarrollo de proyectos. Además, tienen metodología formales y bien definidas para el desarrollo de sus actividades, así como mediciones constantes sobre los resultados obtenidos.

La firma colabora con sus clientes a través de proyectos personalizados para otorgar soluciones de ingeniería de acuerdo con sus necesidades y transfiriendo la tecnología a su equipo de trabajo mediante metodologías y procesos estandarizados; entre los servicios ofertados se encuentran: reingeniería, diseño y desarrollo de nuevos productos, innovación, control de costos, confiabilidad de producto, aseguramiento de la calidad, optimización de producto, desarrollo de capital humano.

Con la finalidad de atender los requerimientos de mano de obra especializada en la industria de la región bajo, Grupo SSC fundó el “Instituto Sanmiguelense”, con la visión de aportar a la sociedad: Educación de calidad a nivel profesional en programas académicos de vanguardia para los jóvenes sanmiguelenses (Grupo SSC, 2022). Este instituto se especializa en formar profesionistas en Simulación de Ingeniería en los campos; estructurales, térmicos, de fluidos, electromagnéticos, óptica, manufactura aditiva y diseño 3D. El Instituto se fundó en San Miguel de Allende porque es la ciudad natal del Ing. Fernando y ahí se encuentran las oficinas del corporativo, además identificó la necesidad de contar con un centro educativo que incorporara en los planes de estudio el manejo de ANSYS.

Grupo SSC es representante de Ansys Inc²⁹. en México por lo que, entre sus servicios se encuentra la distribución de herramientas de software, consultoría, formación, tutoría y soporte técnico. La idea de abrir una empresa en México surge ante la escasez de proveedores a nivel mundial; por lo que, incursionar en el mercado con las actividades antes descritas resultó ser gran oportunidad al ser el pionero o “primer entrante” en México y América Latina en obtener un acuerdo de distribución y una licencia tecnológica, lo que, resulta benéfico dependiendo de las funciones de la organización, la facilidad con que éstas puedan ser copiadas o imitadas por otras empresas y la fortaleza del sistema de propiedad intelectual. (Teece, 1986).

²⁹ Software de [simulación](#) para predecir como funcionará y reaccionará determinado producto bajo un entorno real.

Ansys es considerado el software líder dedicado a la simulación CAE³⁰ multifísico para análisis y simulación por elementos finitos (FEA); contempla las fases de pre-proceso, resolución y post-proceso en una única plataforma de trabajo lo que permite analizar el funcionamiento de piezas o conjuntos que están sometidas a uno o varios fenómenos físicos de forma individual o simultánea, Ansys permite realizar actividades de simulación previa al prototipado virtual hasta operaciones y mantenimiento utilizando gemelos digitales en cualquier industria. Los beneficios de utilizar Ansys se describen en la Tabla 27.

Tabla 27.

Beneficios de utilizar Ansys en el desarrollo de proyectos

Beneficio	Descripción
Reducción de costos y tiempos de salida al mercado	Los diseños se pueden evaluar y perfeccionar gracias a Ansys en lugar de realizar pruebas con prototipos físicos, lo cual permite un ahorro de tiempo y dinero. Ansys puede proporcionar información sobre el rendimiento en etapas más tempranas del proceso de desarrollo, cuando resulta más económico efectuar cambios en el diseño.
Reducción de riesgos y problemas de garantía	Los problemas relativos a la garantía se reducen gracias a la identificación y a la eliminación de posibles fallos en nuestros diseños. Si se integra correctamente en el desarrollo de productos y de la fabricación, Ansys puede permitir una resolución más temprana de los problemas, lo que puede reducir significativamente los costes asociados con el ciclo de vida del producto.
Mejoras significativas en la toma de decisiones	Ansys ayuda a los equipos de ingeniería a gestionar el riesgo y a comprender las implicaciones en el rendimiento de sus diseños. Las decisiones de diseño se pueden tomar sobre la base de su impacto en el rendimiento. La gestión integrada de datos y procesos de Ansys amplía la capacidad de utilizar de forma efectiva la información sobre el rendimiento, así como de mejorar los diseños para una comunidad más amplia.

Fuente. Elaboración propia con información obtenida de <https://www.nysplm.com/ansys/#:~:text=Ansys%20ayuda%20a%20los%20equipos,su%20impacto%20en%20el%20rendimiento.>

³⁰ Ingeniería asistida por ordenador (CAE) consiste en el uso de software para simular el rendimiento con el objetivo de mejorar los diseños de los productos o de contribuir a la resolución de problemas de ingeniería para sectores muy diversos.

La empresa cuenta con un Centro de Desarrollo Tecnológico, además, forma capital humano especializado en temas de ingeniería y administración en el Instituto Sanmiguelense en San Miguel de Allende.

6.4.2.2. Participación en la cadena global de valor de la industria aeroespacial

Grupo SSC se ha desempeñado en la industria aeroespacial como una institución de soporte en el desarrollo de productos innovadores para empresas multinacionales como Safran y GE Aviation; por lo general, estos contratos con multinacionales se generan a partir de situaciones de emergencia en el proceso de producción o bien para subcontratar servicios periféricos de bajo costo (Contreras, 2015). A la llegada de filiales aeroespaciales a territorio mexicano, las EMN recurrieron a empresas que tuvieran expertíz en manufactura, electrónica, química, entre otros; por lo que, ante la falta de centros de investigación e innovación y la necesidad de las EMN de generar productos y atender los requerimientos del mercado, se inició la colaboración con Grupo SSC para el desarrollo de proyectos tecnológicos mediante el software de simulación Ansys.

En la actualidad, Grupo SSC es socio de la empresa Horizontec y participa de forma activa en el Clúster Aeroespacial del Bajío, aprovechando las capacidades tecnológicas con las que cuenta el Parque Tecnológico Sanmiguelense; además el Ing. Balderas se desempeña como vocal en el consejo directivo de dicho clúster desde 2020.

6.4.2.3. Mecanismos para el aprovechamiento de las derramas de conocimiento

Blömstron y Kokko, 1996 y 2003; Aitken y Harrison, 1999; Girma, Greenaway y Wakelin, 2000; Chudnovsky, et al., 2003; Vera-Cruz y Dutrénit, 2005 y Jordaan,

2005 y Dutrent y Fuentes 2008, proponen que los mecanismos para aprovechar las derramas de conocimiento son i) movilidad de capital humano; ii) vínculos de proveeduría; iii) entrenamiento; iv) transferencia tecnológica directa; v) demostración-imitación; vi) competencia derivada de la estructura de mercado; y vii) vínculos extranjeros.

Para el caso de Grupo SSC se identificó que la movilidad de capital humano, el entrenamiento a su personal, la transferencia de tecnología directa y los vínculos extranjeros han sido los mecanismos más utilizados para absorber los conocimientos generados en su interacción con empresas multinacionales y Pyme.

Movilidad de capital humano: en sus inicios como profesionista, el Ing. Balderas laboró en una empresa donde se realizaban procesos de simulación asistida por el software Ansys, lo que le brindó los primeros conocimientos para iniciar su propia empresa, formando parte del grupo de pequeñas empresas locales intensivas en conocimiento que se han integrado exitosamente, mediante procesos de aprendizaje interactivo y acumulación de capacidades tecnológicas, las cuales dan origen a desprendimientos tipo *spin-off*³¹, coincidiendo con lo encontrado por Contreras (2015).

Transferencia tecnológica directa: Al ser proveedor de las licencias del software ANSYS en México y América Latina, la empresa creadora de dicho software no solo otorgó a Grupo SSC el permiso para su comercialización, también le brindó la capacitación necesaria para utilizar el software y aplicarlo en el desarrollo de proyectos de simulación. La empresa también mantiene **vínculos extranjeros** al participar en los eventos anuales que realiza ANSYS, donde se reúnen personas de diferentes partes del mundo en sus instalaciones de Estados Unidos para intercambiar conocimientos y mejores prácticas.

³¹ Se conoce por el término anglosajón *spin-off* a aquel proceso mediante el cual una nueva empresa nace de otra ya existente. No a modo de sucursal, sino a modo de apoyo económico y experiencia empresarial por parte de la compañía principal. Este es un proceso que funciona a manera de incubadora, ya que esta nueva empresa no será por siempre filial de la principal, sino que una vez que obtenga todo el aprendizaje y desarrolle su estructura comercial podrá escindir de esta y ser totalmente autónoma.

Entrenamiento a su personal: Ya que es una empresa dedicada a brindar servicios de soporte, capacitación y consultoría, el personal dedicado al desarrollo de proyectos se encuentra en constante capacitación y actualización, además de que gran parte de ellos poseen estudios de posgrado. Sin embargo, Grupo SSC presenta un gran desafío para mantener laborando con ellos a personal calificado, como expresó el Ing. Balderas en la entrevista

...”aquí formamos personal altamente capacitado en el manejo del software, se invierte en promedio entre 6 meses y 1 año para que un egresado pueda ser responsable de dar seguimiento a un cliente en específico. Éstas empresas que al inicio nos contrataron para desarrollar un proyecto, después optan por contratar a nuestros empleados, ofreciéndoles mayores sueldos y prestaciones, lo que hace prácticamente imposible que se mantengan laborando en Grupo SSC, esto significa pérdidas para nosotros pues se invierte en certificaciones y las curvas de aprendizaje se vuelven interminables...”

Esto se debe a que uno de los activos más valorados en el mercado es el conocimiento, ya sea codificado o tácito; el primero es más sencillo de transmitir y recibir mientras que el segundo, por definición es difícil de articular, por lo que la transferencia es difícil a menos que quienes poseen el saber en cuestión puedan demostrárselo a los demás (Teece, 1986).

6.4.2.4. Capacidades gerenciales y de absorción

Capacidades gerenciales: Las capacidades gerenciales son una forma de capacidades dinámicas y hacen referencia al rol que tienen los directivos al momento de renovar y transformar los recursos y capacidades base de la empresa para que esta desarrolle y mantenga una ventaja competitiva. Para lograr estos resultados, los directivos deben ejecutar actividades de detección y aprovechamiento de oportunidades para transformar los recursos de la empresa (Ambrosini y Altintas, 2019).

Actividades de detección (percibir): Para identificar los cambios, oportunidades y amenazas del entorno, Grupo SSC participa en ferias, congresos y encuentros empresariales, además es miembro de páginas de internet como LinkedIn, su director y CEO es consejero de algunos organismos e instituciones como:

- Consejero de FICSAC. Patronato económico y de desarrollo de la Universidad Iberoamericana.
- Consejero de Texas A&M University International Board of Advisors.
- Presidente de la Comisión de Atracción de Inversiones del Estado de Guanajuato.
- Vocal del Clúster Aeroespacial del Bajío en el periodo 2020-2024.

Es también fundador del Instituto Tecnológico Sanmiguelense de Estudios Superiores y del Parque Tecnológico Sanmiguelense (PTS), que forma parte de la Red de Parques Tecnológicos del Estado de Guanajuato (Novaera). Dicho parque tecnológico es parte integral del Instituto Sanmiguelense impulsa el desarrollo económico basado en conocimiento y tecnología.

Actividades de aprovechamiento: El conocimiento del entorno y las relaciones desarrolladas en los ámbitos educativo, empresarial y gubernamental, han contribuido al crecimiento de Grupo SSC. Ejemplo de esto es el surgimiento del Instituto Tecnológico Sanmiguelense, en palabras del Ing. Fernando... *este instituto surgió ante la necesidad de la industria de tener personal calificado en softwares de simulación, sin embargo, realizar cambios en los planes de estudio en las universidades públicas o generar una nueva carrera es un proceso muy largo, por lo que, resultó más sencillo abrir una nueva institución educativa, la cual tiene más de 20 años y es reconocida por formar especializado que atiende los requerimientos de la industria en Guanajuato y en los estados aledaños, prueba de ello, es que el 90% de nuestros estudiantes de último semestre cuentan con ofertas laborales para integrarse a EMN como Bosch, Safran, entre otras.*

En dicho Instituto, se busca formar a los alumnos de manera integral, por lo que se hace énfasis en el desarrollo de innovaciones, uso de la tecnología, vinculación con el sector productivo y el compromiso social. Como uno de los mecanismos utilizados para obtener y transformar la información generada en el entorno, los docentes del Instituto se encuentran inmersos en el desarrollo de proyectos para la industria, además, se propicia la participación de los alumnos y egresados en la generación de propuestas y desarrollos tecnológicos.

Actividades de transformación: Ya que el papel de los directivos es fundamental para el cambio estratégico y el rendimiento de las empresas, en la medida en que están detrás de la creación y el descubrimiento de nuevas oportunidades (Adner y Helfat, 2003; Helfat y Martin, 2015) resalta el trabajo desempeñado por el Ing. Balderas; ya que al poseer un amplio conocimiento del entorno, así como habilidad para transformar las actividades que se desarrollan en la empresa (Ambrosini y Altintas, 2019) utilizó los recursos y conocimientos que poseía la empresa para crear la **plataforma Mescalea** durante la pandemia. Ante la imposibilidad de impartir cursos de capacitación de manera presencial Grupo SSC generó una plataforma para impartir dichos programas de capacitación en línea, donde pueden inscribirse tanto empresas como estudiantes o ingenieros con el interés de ampliar sus conocimientos en simulación.

Aunque la mayoría de los estudios se centran en el papel de los altos directivos y directores generales, las actividades empresariales pueden darse en toda la organización. Los directivos de nivel medio e inferior también pueden detectar las oportunidades que surgen en el mercado dependiendo de su nivel de conocimientos y empoderamiento que tengan en la organización (Ambrosini y Altintas, 2019; Teece, 2012).

Teece (2016) indica que los directivos son los pilares de las capacidades dinámicas; explica que más allá de su función operativa, que tiene que ver con el desarrollo de

actividades corrientes como la elaboración de presupuestos y la dotación de personal, los directivos tienen dos funciones que subyacen a las capacidades dinámicas: una función empresarial y una función de liderazgo. Además, los lazos entre directivos pueden interactuar con la capacidad de absorción para facilitar el intercambio de conocimientos y la innovación (Gao, Xu y Yang, 2008).

La capacidad de absorción refleja la habilidad de una empresa para reconocer el valor de información nueva, externa a la empresa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales (Cohen y Levinthal, 1990); además, constituye uno de los procesos de aprendizaje fundamentales en una empresa porque refleja su habilidad para identificar, assimilar y explotar el conocimiento del entorno (Lane, Koka y Pathak, 2006). Por lo antes descrito, se ha identificado que Grupo SSC cuenta con sólidas capacidades gerenciales y de absorción.

Ejemplo de ello son las actividades desarrolladas por la empresa durante la pandemia... *“Se reconoce que la llegada del virus SARS – CoV- 2 tuvo un gran impacto no sólo en la industria aeroespacial, todos los sectores se vieron afectados, muchos proyectos se detuvieron”* por tal motivo, se diversificaron mercados y se utilizó la tecnología para impartir servicios de actualización y capacitación vía remota *“fue justamente durante la pandemia donde se creó **Mescalea** (sitio web dedicado a la venta de cursos de actualización y capacitación en temas relacionados con diseño, simulación y uso de la plataforma Ansys). Durante la pandemia, también se colaboró con el sector salud para el desarrollo de dispositivos médicos como respiradores”*...

6.4.2.5. Capacidades tecnológicas y organizacionales

De acuerdo con OECD, 2006; Dutrénit, 2000; Lall, 1992; Cohen y Levinthal, 1990; Villavicencio, 1994; Lundvall y Johnson, 1994; Utepi, 2007; Villavicencio et al., 1995; citados por Hernández, 2017 las **capacidades tecnológicas** son la forma en que las empresas identifican, adoptan, usan, dominan, modifican y/o crean tecnologías

y hacen uso de conocimiento nuevo o existente para la elaboración de nuevos productos y mejora en productos y procesos.

Para el desarrollo de dichas capacidades, las empresas necesitan actividades de inversión y producción en equipos, infraestructura, bienes de capital, recursos humanos calificados y conocimiento codificado mediante patentes, manuales, entre otros (Schumpeter, 1989; Katz, 2015; Torres, 2006). Entre las capacidades tecnológicas identificadas en Grupo SSC se encuentran las actividades de inversión, la infraestructura y los recursos humanos calificados.

Actividades de inversión: con la idea de incursionar en la venta de productos, Grupo SSC formó una alianza tipo joint venture con la empresa Horizontec, además, se realizan actividades de diseño e investigación para el desarrollo de piezas y componentes útiles para la fabricación del H2 o versiones posteriores de éste. Su fundador considera que...

...es importante diversificar las actividades a las que se dedica Grupo SSC, llevamos más de 30 años en el mercado ofreciendo servicios mediante la simulación asistida y 20 formando personas, sin embargo, es de suma importancia que demos el salto hacia la producción de partes y componentes para la industria aeroespacial y otros sectores, para esto, nos apoyamos en los alumnos que realizan su servicio social o prácticas profesionales con nosotros, siempre son bienvenidas las nuevas ideas”.

Como se mencionó, Grupos SSC cuenta con la **infraestructura** necesaria para el desarrollo de innovaciones, cuenta con el Parque Tecnológico Sanmiguelense (PTS), que forma parte de la Red de Parques Tecnológicos del Estado de Guanajuato (Novaera). Dicho parque tecnológico es parte integral del Instituto Sanmiguelense impulsa el desarrollo económico basado en conocimiento y tecnología, aquí se brindan servicios de acompañamiento en los procesos de digitalización, facilitando la adopción de tecnología y reduciendo la curva de aprendizaje mediante el desarrollo de proyectos integrales en industria 4.0, entre los que se incluye: diseño y simulación, desarrollo de sistemas en la nube, desarrollo

de aplicaciones móviles, internet de las cosas (IoT), Blockchain, realidad virtual y aumentada, bigdata e inyección de plásticos

También se realizan actividades de transferencia de tecnología, capacitación, prospectiva tecnológica, planes de negocio, estudios de viabilidad técnica y comercial, desarrollo de nuevos negocios y vinculación de proyectos para acceso a fondos de financiamiento.

El trabajo realizado en Grupo SSC durante más de 30 años, ha llevado a su grupo de ingenieros y doctores a innovar generando nuevos algoritmos y programaciones para agilizar la simulación y prototipado, sin embargo, estos no cuentan con mecanismos de propiedad intelectual ya que en la empresa no lo consideran necesario pues los tiempos para realizar dichos trámites son largos y costos y hay mucha burocracia.

El no contar con mecanismo de propiedad intelectual sobre las innovaciones generadas, resulta un área de oportunidad para la empresa. Una innovación consiste en determinados conocimientos técnicos sobre cómo hacer las cosas mejor que el estado actual de la técnica; para que esos conocimientos generen beneficios, deben venderse o utilizarse de alguna manera en el mercado.

La firma cree que existe una gran oportunidad de crecimiento en la industria aeroespacial en México, específicamente en el estado de Guanajuato, ya que se cuenta con el apoyo gubernamental por medio de políticas públicas, también “se intenta promocionar la industria aeroespacial en el estado mediante la participación en ferias con presencia internacional como lo es la edición de Hanoover en México”.

Capacidades organizacionales: se refiere a aquellas actividades y habilidades que tienen las empresas para organizar, coordinar, controlar y lograr las tareas en términos productivos y administrativos que demanda la empresa de manera eficaz (Chandler, 1990; Velásquez y Ceballos, 2008; Anderson, 2009; Zollo y Winter, 2002; Boonpattarakan, 2012; Stacey, 2003; Degrauel,).

Estas capacidades son importantes por que contribuyen a que la empresa resuelva de manera satisfactoria los problemas que surgen en la introducción y uso de tecnología, producción y servicios, búsqueda de recursos financieros, humanos y de información para el logro de la calidad en productos, servicios y procesos que permitan mantener y lograr la estrategia corporativa (Velásquez y Ceballos, 2008; Boonpattarakan, 2012; citados por Hernández, 2017).

Durante la entrevista semiestructurada y la visita a las instalaciones Grupo SSC, se identificaron algunas capacidades organizacionales que han contribuido a la generación de innovaciones, entre ellos se encuentran: fomento a la creatividad, inversión en investigación e infraestructura para la innovación, mejora de procesos, intención de innovar y comunicación efectiva entre su personal.

Entre las actividades relacionadas con los procesos de I+D, se encuentra el desarrollo de un Centro Tecnológico, así como la formación de grupos multidisciplinarios para la solución de problemas específicos de la industria. A la fecha, la firma cuenta con más 200 personas, muchas de ellas con estudios de Posgrado.

6.4.2.6. Interacción con el entorno y desarrollo de innovaciones

Desde el enfoque de sistemas de innovación, el entorno influye en el desarrollo de las capacidades tecnológicas y organizacionales por que facilita el intercambio de conocimientos, mejores prácticas, tecnología y acceso a financiamientos públicos, de aquí el surgimiento de agrupaciones que facilitan dichos intercambios. Porter (1998) define a un clúster como... “un grupo geográficamente denso de empresas e instituciones conectadas, pertenecientes a un campo concreto, unidas por rasgos comunes y complementarias entre sí”.

Desde 2012, el Aeroclúster de Querétaro, ha sido la asociación civil encargada de agrupar, promover y propiciar el desarrollo de la industria aeroespacial en el estado, dicho clúster se diferencia de los demás por su modelo de quintuple hélice (academia, gobierno, industria, *start ups* y agencias financieras), además, posee el mayor número de universidades y centros de investigación dedicados al estudio y fortalecimiento de la industria aeroespacial. Como actor clave en el crecimiento de la industria en el estado, se encuentra la Universidad Aeronáutica de Querétaro, la cual desde sus orígenes ha brindado acompañamiento y formación de personal capacitado de acuerdo con los requerimientos del sector empresarial.

En sus orígenes, la UNAQ, se encargaba de formar técnicos especializados para atender a la empresa multinacional Bombardier, pero con el paso de los años, el nivel de formación se ha ido especializando y ya cuenta con programas de posgrado. Además, colabora con otras EMN como Airbus en la preparación y selección del personal candidato a ser contratado y con GE Aviation en el desarrollo de soluciones para obtener combustibles amigables con el medio ambiente.

Ante la carencia de asociaciones como el Aeroclúster de Querétaro en la región Bajío pero con el interés de varias firmas de pertenecer a la cadena global de valor de dicha industria, empresas como Grupo SSC y Optimen, cuya sede se encuentra en el estado de Guanajuato decidieron incursionar como miembros del clúster antes citado. La pertenencia a un clúster promueve el acercamiento a empresas transnacionales y acceso a conocimientos. En caso de Grupo SSC, le ha permitido colaborar con empresas como Safran y GE Aviation en el desarrollo de proyectos especializados que buscaban minimizar el tiempo, riesgos y costos en el desarrollo de nuevas partes y componentes. Los conocimientos adquiridos por Grupo SSC con anterioridad en sectores como el eléctrico, petroquímico, mecánico, le permitieron desempeñarse como una institución de soporte en la industria aeronáutica.

Ante los cambios políticos y el interés del gobierno de Guanajuato en impulsar el desarrollo de la industria aeroespacial mediante el aprovechamiento de las

empresas proveedoras en la industria automotriz y metalmecánica, se creó el clúster Aeroespacial de Bajío, cuyo plan de trabajo 2020 – 2024 contempla promover la industria aeronáutica y aeroespacial en Guanajuato proporcionando a sus miembros soluciones integrales, innovadoras y de alto contenido tecnológico a través de la cooperación de nuestros socios impulsando así la generación de empleo altamente calificado para atender la demanda del sector.

En este sentido, Rodríguez Yáñez, presidente del clúster plantea que la educación, innovación y creación, en conjunto con alianzas clave con distintos actores del sector, son pilares que sostendrán el crecimiento de la industria aeroespacial en el estado, considerando que es igual de importante formar capital humano calificado y enseñar a los actuales empresarios a adaptarse a las nuevas tecnologías, así como diversificar sus modelos de negocio.

El establecimiento de políticas públicas que fomenten la innovación y el desarrollo tecnológico en las empresas, son fundamentales para su crecimiento y desarrollo. Antes de las reformas realizadas al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se participaba con universidades y otras firmas para el desarrollo de proyectos de investigación, sin embargo, estas colaboraciones disminuyeron de forma significativa al no contar con los financiamientos públicos como Fondo de Innovación Tecnológica (FIT) y el Programa de Estímulos a la Investigación (PEI).

En cuanto a la relación con el gobierno estatal, el director de Grupo SSC ha participado como representante empresarial ante la Secretaría de Economía estatal. También, señaló que uno de los proyectos insignia del actual gobierno de Guanajuato es el denominado Mentefactura, el cual, busca impulsar a los empresarios, estudiantes, investigadores y tecnólogos para crear nuevos procesos, productos o servicios que posean algún componente tecnológico o conocimiento de vanguardia.

Para ello, se creó el “Fondo Mentefactura” , el cual nació como una respuesta para revertir las afectaciones por la pandemia, impulsando así, que la generación de innovaciones permita fortalecer las actividades económicas guanajuatenses.

La firma, presenta evidencia de escalamiento intersectorial de la industria automotriz, energética y petroquímica a la industria aeroespacial y de salud. Ya que el desarrollo de proyectos especializados, así como el manejo del software ANSYS le han permitido aplicar los conocimientos adquiridos en diferentes sectores, acortando los tiempos de desarrollo de tecnologías al generar simulaciones apegadas a la realidad en vez de construir prototipos.

Algunos de los proyectos de innovación y desarrollo tecnológico desarrollados por la empresa son:

- Rediseño de la estructura del tren ligero de Minneapolis, para Bombardier Transportation.
- Diseño de tanques tipo Gun Barrel de 500 M barriles, para deshidratación y desalado de Petróleo Crudo para PEMEX PEP en la Terminal Marina Dos Bocas Tabasco.
- Desarrollo de software de operación, predicción y toma de decisión para hacer la mezcla mexicana de crudo.
- Fundó el Centro de Innovación en Hidrocarburos, una empresa enfocada en Innovación en Petróleo y Gas con desarrollos líderes en el mundo en propiedades de fluidos.

Conclusiones

El objetivo principal de esta investigación fue examinar los factores estratégicos que permiten a las Pyme del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor. Se propuso que **los factores que permitían a las Pyme del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en su inserción a la cadena global de valor de la industria aeroespacial estaban relacionados con las capacidades gerenciales, de absorción, tecnológicas y del territorio.**

Se encontraron algunas derramas de conocimiento y se aportó evidencia a favor de que las capacidades de absorción, gerenciales, tecnológicas y de territorio han sido factores que permiten a las pymes del Aeroclúster de Querétaro beneficiarse de su inserción en la cadena global de valor.

La **capacidad de absorción** resultó clave para que las empresas puedan comprender los cambios del entorno, las exigencias del mercado y beneficiarse de ellos. La importancia de la *capacidad gerencial* puede observarse en los cambios implementados en la cultura organizacional de las firmas de capital mexicano, donde se han tenido que impulsar el desarrollo de nuevos valores como la honestidad y responsabilidad sobre el desempeño y resultados de su trabajo, que implica una comunicación efectiva, aceptación y comunicación de errores que contribuyen a que las empresas cumplan con los requisitos de calidad y seguridad.

Con respecto a las **capacidades tecnológicas y del territorio** se encontró que las pymes las necesitan principalmente como apoyo para conocer y asimilar nuevas tecnologías. Además de sus capacidades tecnológicas la vinculación estratégica con empresas de la cadena de valor, con instituciones públicas como CONACyT o privadas como la UNAQ o el Aeroclúster de Querétaro se mostraron básicas para que las empresas estudiadas pudieran beneficiarse y sobrevivir.

En cuanto a **capacidades tecnológicas** se refiere, algunas de las empresas que participan como proveedoras de la CGV han invertido en maquinaria y tecnología, lo que les permite ser más competitivas en el mercado, al cumplir con los tiempos de entrega, calidad y costos. Sin embargo, esto no es suficiente para mantenerse competitivos a largo plazo, especialmente si se compara a las empresas mexicanas con las asiáticas.

Otro factor importante para beneficiarse de las derramas de conocimiento han sido las **capacidades territoriales**, se calcula que un avión tarda entre 10 y 18 años en ser rentable por lo que, difícilmente una empresa que participe en la producción de aviones podrá sostenerse sin apoyo gubernamental (Niosi y Zhegu, 2010). En este sentido, el estado de Querétaro ha desarrollado **capacidades**; mediante sus sistemas de ciencia y tecnología, educativo y entidades financieras. Ha invertido en infraestructura carretera y aeroportuaria y participa activamente en el desarrollo de la industria en el estado.

Como primer objetivo secundario se planteó explicar los mecanismos que utilizan las Pymes del Aeroclúster de Querétaron para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por su interacción con empresas multinacionales. Nuestro supuesto de investigación señala que **las Pyme del Aeroclúster de Querétaro aprovecharon las derramas de conocimiento generadas por empresas multinacionales mediante mecanismos de absorción de conocimiento, colaboración estratégica y desarrollo de capacidades internas.**

Un mecanismo se refiere a la manera específica en que ocurre un proceso o un fenómeno. Los mecanismos relacionados con las capacidades de absorción fueron *percibir* las oportunidades y amenazas del entorno, construir una estrategia para *aprovechar* el momento y *transformar* la

empresa o reconfigurar los procesos. El principal mecanismo relacionado con las alianzas estratégicas fue la *colaboración con universidades y centros de investigación* porque les permite incrementar sus conocimientos en actividades de capacitación e investigación. Esto se observa de manera particular en la empresa ETU Aerospace que desarrolló tecnología y nuevos recubrimientos a partir de su vinculación con universidades a nivel nacional e internacional como son CIATEQ, CIDESI, UNAQ, UPQ, Southwester Research Institute, TEXELIS Power transmission y Texas AMN University. En el desarrollo de capacidades internas el *capital humano* fue relevante. Las tres empresas que han tenido escalamiento poseen personal altamente capacitado, con estudios de ingeniería y posgrado, lo que les permite entender los diseños y requerimientos de diversas piezas y componentes.

El segundo objetivo específico fue analizar qué factores determinan el escalamiento en la cadena global de valor para las Pyme del Aeroclúster de Querétaro que en ella participan, el supuesto de investigación indica que **el escalamiento de las Pyme del Aeroclúster de Querétaro se determina por factores internos y externos a la CGV como son: la gobernanza, la estructura de entrada y salida, el alcance geográfico, el contexto institucional y partes interesadas en la industria.**

Se aportó evidencia a favor de que el escalamiento en la cadena de valor se determina por factores internos y externos a la CGV. Sin embargo, *el alcance geográfico y partes interesadas* no revelaron evidencia sólida de su relación en el escalamiento.

Las empresas que han escalado presentan sólidas capacidades de absorción y gerenciales. La gobernanza existente es cautiva y jerárquica y la cadena global de valor está liderada por el productor. Se confirma una influencia importante en el escalamiento de la cadena, pero no es un factor único las

capacidades tecnológicas y relacionales de la empresa también se hacen patentes.

Se corroboró que las empresas mexicanas participan principalmente en actividades de bajo valor agregado como son producción de piezas y componentes, servicios de post producción y actividades de soporte a la industria. Nuestros resultados aportan evidencia a favor de que las actividades de mayor valor agregado se siguen realizando en países desarrollados y las actividades de menor valor agregado se llevan a cabo en países en desarrollo como señalaron Niosi, (2010); Stan Shih (1992) y Balwin et al. (2014).

El alcance geográfico proporciona a las empresas acceso a mercados, eficiencias operativas y oportunidades estratégicas que pueden no estar disponibles en un ámbito más limitado. No obstante que las Pyme del Aeroclúster de Querétaro proveen de partes y servicios a empresas que exportan toda su producción no se pudo relacionar con el escalamiento. Se supone que esto se debe a que la participación de México es limitada especialmente si se compara con países como Estados Unidos, Francia y China.

El **contexto institucional** es relevante. Los gobiernos a nivel nacional y estatal han sido muy activos captando IED para la industria aeroespacial, creando políticas públicas e infraestructura que favorecen su crecimiento, pero el impacto en el escalamiento de las pymes del Aeroclúster de Querétaro es mínimo.

El caso práctico sobre las empresas **Horizontec y Grupo SSC** apoya los **resultados anteriores**. Los **factores que permitieron a Horizontec beneficiarse de las derramas de conocimiento para diseñar, fabricar, ensamblar y**

comercializar una aeronave deportiva fueron los **gerenciales, tecnológicas, territoriales** y de **absorción**.

Especialmente, en el estudio de caso, se observan *capacidades gerenciales* como la personalidad de los emprendedores-empresarios capaces de medir el riesgo, echar a andar la empresa, tener una visión del negocio, hacer planeación a largo plazo, crear estrategias para aprovechar oportunidades, conseguir financiamiento y reclutar elementos humanos con los conocimientos necesarios. Sus capacidades de liderazgo, negociación, comunicación efectiva, aceptación de riesgo, crearon ambientes de colaboración con agentes internos y externos para que la empresa sobreviviera.

Horizontec ha cambiado la ubicación de su planta en dos ocasiones: de la Ciudad de México a Querétaro y de Querétaro a Celaya, para aprovechar las *capacidades territoriales*. Entre los mecanismos utilizados para aprovechar las derramas de conocimiento se encuentran **la movilidad de capital humano**, esto se observa en el caso de Horizontec y Grupo SSC, donde sus fundadores laboraron en empresas multinacionales antes de abrir sus propias empresas. También se aprovechan por los **vínculos** que se establecen con otras empresas como el caso de Pirwi, instituciones de educación superior como el IPN y la UNAQ, centros de investigación como fue el CENTA.

Entre **los factores que permitieron a Grupo SSC desempeñarse como una institución de soporte en la industria aeroespacial** se encuentran las **capacidades gerenciales, tecnológicas, territoriales** y de **absorción**.

El fundador y director de Grupo SSC posee un amplio conocimiento del entorno y también ha formado un equipo de trabajo multidisciplinario y altamente capacitado que le permite transformar los servicios y productos

ofertados de acuerdo con los cambios y requerimientos en diferentes sectores productivos.

Contar con infraestructura como el Parque Tecnológico y el Instituto San Miguelense, ha favorecido la formación de recursos humanos y mantener vínculos con el sector productivo quienes contratan a los egresados de dicho plantel. También, mantiene alianzas estratégicas con otras empresas, fue miembro del Aeroclúster de Querétaro antes de que se consolidara la industria aeronáutica en el estado de Guanajuato, esto, aunado a la expertiz que adquirió al desarrollar proyectos tecnológicos en sectores diferentes al aeronáutico, le permitió brindar servicios de consultoría y simulación a las filiales en México de empresas multinacionales.

La alianza estratégica entre ambas firmas ha favorecido la comercialización del Halcón 2.

En una primera etapa, la colaboración entre Grupo SSC y Horizontec, estuvo relacionada con la comercialización del software ANSYS, esto, permitió que las actividades de innovación y desarrollo tecnológico para migrar del Halcón 1 al Halcon 2 se aceleraran. En una segunda etapa, como socios, han participado en eventos de promoción y en reuniones con entidades gubernamentales obteniendo financiamientos y apoyos para el fortalecimiento de la infraestructura de Horizontec y la acumulación de horas de vuelo necesarias para obtener los permisos pertinentes ante las autoridades aeronáuticas a nivel nacional. Actualmente ambas empresas tienen un *joint venture*, forman parte del Clúster Aeroespacial del Bajío, han tenido pláticas con dependencias gubernamentales como SEDENA para ser proveedoras del Halcón 2.

Por último, es importante señalar que, en la revisión de la literatura, se identificaron y categorizaron tres amplios grupos que estudiaron el impacto que la llegada de empresas multinacionales ha tenido en países en vías de

desarrollo. El primer grupo señala que los beneficios de la llegada de EMN no pueden observarse de manera concreta, ya que mientras más grande es la brecha tecnológica, más difícil es que se aprovechen las derramas de conocimiento. El segundo grupo estipula que los beneficios pueden observarse en la creación de empresas de capital nacional, así como en el aumento de personal capacitado. El último grupo establece que el aprovechamiento de las derramas de conocimiento está en dependencia de los recursos y capacidades que poseen las empresas. Consideramos que este trabajo aporta evidencia a favor de los dos últimos de acuerdo con lo siguiente.

Se encontraron impactos positivos en la economía local al facilitar que diferentes actores se inserten en la actividad productiva asociada al giro de las EMN. Esto mejoró los procesos de otras firmas e impulsó emprendimientos en otros sectores económicos. Esto se evidencia porque a 12 años de la llegada de Bombardier al estado de Querétaro, se ha incrementado el número de firmas de capital nacional que participan como proveedoras de la CGV, estas empresas, han mejorado sus procesos productivos al intentar cumplir con las certificaciones y estándares de calidad de las EMN, lo que les ha permitido también, desempeñarse en otros sectores. Además, se ha presentado un incremento en el número de personal capacitado y que se encuentra inserto en dicho sector. Existe evidencia del surgimiento de emprendimientos tipo *start-ups*, que pretenden atender de manera particular los requerimientos de las EMN.

También se aporta evidencia a favor de que un condicionante para que las empresas locales puedan beneficiarse de las derramas, de conocimiento tecnológico y organizativo, que emanan de las EMN son los recursos y capacidades que poseen. Los recursos y capacidades que tienen las Pyme del Aeroclúster de Querétaro son diferentes y se relacionan con sus

trayectorias. Las Pymes que pudieron escalar en la CGV invirtieron en tecnología y realizaron alianzas estratégicas.

En el estudio de caso adherido, se evidencia que ambas empresas además de invertir en capacitar a su personal y tener las certificaciones necesarias de la industria, han fomentado la innovación y el desarrollo tecnológico, lo que ha permitido a sus directivos aprovechar los conocimientos adquiridos para transformar la organización y generar una ventaja competitiva.

Hallazgos

Además de lo que se esperaba encontrar en este estudio, a lo largo de la investigación se identificaron aspectos que denotan que la industria aeroespacial a nivel nacional se encuentra en crecimiento, prueba de ello es la generación de nuevos clústeres en los estados de Guanajuato, La Paz y Sinaloa. En este último lugar se construye el Mazatlán Aerospace Park, lugar que pretende ser un centro de desarrollo tecnológico y que cuenta con la capacidad para ensamblar aeronaves comerciales.

También se encontró que existe por lo menos otra empresa mexicana que diseña y fabrica aeronaves, sin embargo, este emprendimiento aún no ha obtenido las certificaciones para poder ser comercializada.

De acuerdo con el análisis de estrategias empresariales de las OEMs, tendencias científicas y tecnológicas, se identificó que se espera que la industria migre hacia el desarrollo de actividades y productos amigables con el medio ambiente; además, se encontró que existen tecnologías como la manufactura aditiva, la inteligencia artificial, el internet de las cosas, simulación por citar algunas, que impactarán en las diferentes actividades desarrolladas en la cadena global de valor y se espera que esto impulse el upgrading industrial.

Futuras líneas de investigación

Los resultados obtenidos a partir de las entrevistas semiestructuradas permitieron identificar que los cambios surgidos a nivel mundial están propiciando actividades como el *“nearshoring”* por lo que se sugiere profundizar en los efectos que éste tendrá en la industria aeroespacial en México.

El análisis de las estrategias empresariales de las ensambladoras, así como de las tendencias científicas y tecnológicas de la industria aeroespacial permitieron identificar que existe un amplio interés en adoptar procesos y desarrollar productos con enfoque sustentable, en esta investigación se retoman estos aportes para señalar los retos y alternativas que tendrán las Pyme aeronáuticas, sin embargo, se sugiere profundizar en los impactos que esto tendrá en la formación de capital humano y el futuro laboral.

Entre los hallazgos se encuentra la formación de nuevos clústeres aeroespaciales, por lo que se considera pertinente analizar su desarrollo e impacto en la industria a nivel estatal, nacional e internacional.

Referencias

- A., Moleiro Martins, J., Abreu, A., & Calado, J. (2019). The Need to Develop a Corporate absorptive capacity: Evidence from quantile regressions, Globalisation.
- Aeroclúster de Chihuahua. (2023). Quienes somos. <https://aeroclusterchihuahua.com>
- Aeroclúster de Querétaro. (2020). Nosotros. <https://aeroclusterqueretaro.mx/nosotros/>
- Aeroclúster de Querétaro. (2022). Miembros. <https://aeroclusterqueretaro.mx/miembros/>
- Airbus, (2022), Quienes somos. <https://www.airbus.com/en/products-services>.
- Airbus. (2018). Global Networks, Global Citizens 2018-2030. Global Market Forecast Airbus.
- AirTrade World. (2022). Especial Manufactura: Jatziri Barrios, CEO de ETU Aerospace. <https://www.youtube.com/watch?v=gHmCjJ7QYog>
- Alcácer, J. y Chung, W. (2003). Heterogeneity in Knowledge Spillovers: Evidence From Firm Location Decisions, Stern School of Business, New York University.
- Algezauí, S. y Filieri, R. (2014). A knowledge-based view of the extending enterprise for enhancing a collaborative innovation advantage. *International Journal of Agile Systems and Management* 7(2):116 – 131 DOI:10.1504/IJASM.2014.061434
- Ambrosini, V. y Bowman, C. (2009). What are dynamic capabilities and are they a useful construct in strategic management? *International Journal of Management Reviews*. 11 (1)
- Amezcuá Nava, R. (2018). Historia de la industria aeroespacial en México y su vinculación con la aeronáutica. *Ciencia UANL*, <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=6263>.
- Augier, M. y Teece, D. (2009). Dynamic Capabilities and the Role of Managers in Business Strategy and Economic Performance, Vol. 20, No. 2, March–April 2009, pp. 410–421
- Baldwin, J., y Yan, B. (2014). Global Value Chains and the Productivity of Canadian Manufacturing Firms. *Economic Analysis Research Paper Series*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e0a33c203faa0545b3af7621ade2bedc3f823b37>
- Bell, G. y Callon, M. (1994). *Techno-economic networks and science and technology policy*. Paris : OECD, ISSN 1010-5247, ZDB-ID 284967-7. - 1994, p. 59-117

- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=-43AHZspBWgC&oi=fnd&pg=PA69&dq=Bell,+M.,+%26+Pavitt,+K.+\(1995\).+The+development+of+technological+capabilities.&ots=1k2akBqmbp&sig=W2JU3xoxcMIS-9Zwoj-He32qC8#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=-43AHZspBWgC&oi=fnd&pg=PA69&dq=Bell,+M.,+%26+Pavitt,+K.+(1995).+The+development+of+technological+capabilities.&ots=1k2akBqmbp&sig=W2JU3xoxcMIS-9Zwoj-He32qC8#v=onepage&q&f=false)
- Blomström, M. y Kokko, A. (2003), The Economics of Foreign Direct Investment Incentives, Working paper 168, Bundesbank-Conference, Estocolmo, Suecia.
- Blomström, M. y Sjöholm, F. (1998). Technology Transfer and Spillovers: Does Local participation with Multinationals Matter? Working Paper Series, Economics and Finance No 268, Stockholm School of Economics.
- Boeing. (2019). Commercial Market Outlook 2019 – 2038, en: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/market /commercial-market-outlook/assets/downloads/cmo-sept-2019-report-final.pdf>.
- Boeing. (2022). Enfoque estratégico. <https://www.boeing.com/company/general-info/#/global>.
- Bold Data. (2022). Number of companies worldwide surpasses 300 million. <https://bolddata.nl/en/number-of-companies-worldwide-surpasses-300-million/>
- Bombardier. (2022). Nuestro enfoque estartégico. <https://bombardier.com/en/who-we-are/our-strategic-focus>
- Camison, C., & Villar - Lopez, A. (2014). Organizational innovation as an enabler of technological innovation capabilities and firm performance. *Journal of Business Research*, 2891–2902.
- Carrillo, J., & Hualde, A. (2009). Potencialidades y limitaciones de sectores dinámicos de alto valor agregado : la industria aeroespacial en México. En Trabajo, empleo, calificaciones profesionales, relaciones de trabajo e identidades laborales. Vol. I (págs. 373-396). Buenos Aires: CLACSO.
- Carrincazeaux, C. y Frigant, V. (2007). The Internationalization of the French Aerospace Industry: To What Extent Were the 1990s a Break With the Past? *Competition and Change*, 11(3), 261-285.
- Casalet, M. (2013). Introducción. En *La industria aerpoespacial: compeljidad productiva e institucional* (págs. 7 - 20). México: FLACSO.
- Cassiolato, J. (2015). “The Need of an Alternative Approach to GVC’s Literature: Transnational Corporations and National Systems of Innovation in a Latin American Perspective”. Ponencia presentada en la 13th Globelics International Conference, desarrollada en La Habana, Cuba, 23-25 de septiembre de 2015.

- CENTA. (2020). <https://www.mexicoaerospace.com.mx/noticias/centro-nacional-de-tecnolog%C3%ADas-aeron%C3%A1uticas-centa>
- CESOP. (2012). Restricciones e incentivos a la innovación en México. Ciudad de México: Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- CEPAL. (2020). COVID-19 en América Latina y el Caribe: Impactos inmediatos en el transporte aéreo y en el mediano plazo en la industria aeronáutica. https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/2020_covid_e_industria_aerea.pdf
- Chandler, A. D. (1990). *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.
- Chiavenato, I. y Sapiro, A. (2017). *Planeación estratégica. Fundamentos y Aplicaciones*, Mc Graw Hill, 3ª Edición.
- Chudnovsky et al. (2008). Money for Science? The Impact of Research Grants on Academic Output. Science, technology, innovation and partnerships evidence gap map
- Chudnovsky, D. López, A. y Rossi, G. (2003). FDI spillovers and the absorption capabilities of domestic firms in the manufacturing sector in Argentina during the 90s, paper presentado en Globelics I, Rio de Janeiro, Global network for Economics of Learning, Innovation and Competence building Systems, Rio de Janeiro, 2-5.
- Cluster Industrial. (2021). Aeroclúster de Querétaro apuesta por la diversificación para recuperación del sector, en: <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/3093/aerocluster-de-queretaro-apuesta-por-la-diversificacion-para-recuperacion-del-sector>
- Cluster Industrial. (2023). CAPA 2023 atrae a Querétaro a más de 200 líderes de la aviación. <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/6665/capa-2023-atrae-a-queretaro-a-mas-de-200-lideres-de-la-aviacion>
- Código. (2016). Aeronáutica mexicana de vanguardia: un innovador avión de madera <https://revistacodigo.com/avion-de-madera-pirwi-horizontec/>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, 128–152.
- Comunicación Social Querétaro, (2019). Informe Anual del Aeroclúster de Querétaro, en: <https://www.visionindustrial.com.mx/industria/noticias/informe-anual-del-aerocluster-de-queretaro>
- Contreras A. (2017). Avión hecho en México despegará del AIQ, *El Financiero*, [El financiero.com](http://ElFinanciero.com).

- Contreras, O., Carrillo, J. y Olea, J. (2012). Desprendimientos de las multinacionales ¿Una vía para el aprendizaje y la innovación en empresas locales?, *Dinámicas de la innovación en México, dinámicas sectoriales, territoriales e institucionales*, El Colef, cap. 9, pp. 303-336.
- Convenio CIDESI – Horizontec. (2018). <https://www.cidesi.com/site/wp-content/uploads/2018/02/fracc-xxxiii-2017-060-horizontec.pdf>
- Data México. (2023). Querétaro. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/queretaro-qt?redirect=true#:~:text=En%20el%20primer%20trimestre%20de,2.09%25%20respecto%20al%20trimestre%20anterior.>
- De Fuentes, C. (2007). Derramas de conocimiento y capacidades de absorción: el caso de las pymes de maquinados industriales en Querétaro. *Ideas CONCYTEG*, 2(19), 20–29.
- De Fuentes, C. (2008). Capacidades de absorción de pymes y derramas de conocimiento de empresas grandes. *Análisis de un sector tradicional localizado en Querétaro. Economía y Sociedad*, vol. XIV, pp. 27-45.
- De Fuentes, C. y Dutrénit, G. (2008). Diferencias de los mecanismos de derramas de conocimiento en dos localidades mexicanas. *Economía y sociedad*, Vol. 13, N° 47-69
- De Marchi, V., Giuliani, E. y Rabellotti, R. (2018). Do Global Value Chains Offer Developing Countries Learning and Innovation Opportunities?. *The European Journal of Development Research*, Palgrave Macmillan; European Association of Development Research and Training Institutes (EADI), vol. 30(3), pages 389-407, July.
- De Marchi, V.; Giuliani, E. y Rabbellotti R. (2016). Local innovation and global value chains in developing countries. UNIDO/UNU-MERIT background papers for the UNIDO, Industrial Development Report 2016: IDR 2016 WP 1. https://www.researchgate.net/profile/Roberta_Rabellotti/publication/282769485_Local_innovation_and_global_value_chains_in_developing_countries/links/561bcc1108ae78721fa1057d/Local-innovation-and-global-value-chains-in-developing-countries.pdf
- Del Prete Tercero, M. A. (2020). Estragos por covid-19 Gobierno de Querétaro confía en recuperar empleos perdidos de la industria aeronáutica., en: <https://www.economista.com.mx/estados/Gobierno-de-Queretaro-confia-en-recuperar-empleos-perdidos-de-la-industria-aeronautica-20200705-0052.html>
- Del Prete, M. A. (2018). Querétaro concentra 85 empresas del sector aeroespacial en su aeroclúster, en: <http://www.metalmecanica.com/temas/Queretaro-concentra-85-empresas-del-sector-aeroespacial-en-su-aerocluster+126856>

- Deloitte, (2022), Perspectivas de la industria aeroespacial y de defensa para 2022. Centrarse en la innovación digital para prosperar, en: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/manufacturing/articles/aerospace-and-defense-industry-outlook.html>
- Derwent Innovation Index. (2023). Aeronautic Industry, en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/e0922d6d-658d-4034-bb13-81684d1e70c0-7c201390/relevance/1>
- Diccionario de la Real Academia Española. (2023). Estrategia, en: <https://dle.rae.es/estrategia>
- Dos de Tres. (2022). Platicando con Jatiziri Barrios, en: https://www.youtube.com/watch?v=256SAuGb_9U
- Dusell, P. (2003). Condiciones y efectos de la inversión extranjera directa y del proceso de integración regional en México durante los noventa. Una perspectiva macro, meso y micro. Facultad de Economía/UNAM-BID/INTAL (ISBN 970-722-165-8), pgs. 311.
- Dutrénit y Fuentes, (2009). Abordajes teóricos sobre derramas de conocimiento y capacidades de absorción, Universidad Autónoma Metropolitana, 1ª Edición.
- Dutrénit, G. (2000). Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capability, Reino Unido, Edward Elgar Publishing Limited.
- Dutrénit, G. y Martínez, J. (2004) Knowledge spillovers, absorptive capacities and economical performance of the SMEs, paper presentado en Globelics II, Beijing, 16-20 October. CDRom, ISBN 7-89494-564-1.
- El Economista. (17 de enero de 2019). Pymes, pilares en el sector aeroespacial de Querétaro. Recuperado el 10 de octubre de 2020, de <https://www.economista.com.mx/estados/Pymes-pilares-en-el-sector-aeroespacial-de-Queretaro-20190117-0003.html>
- El Financiero. (2018). 'Vuelan' al extranjero Pymes aeronáuticas de Querétaro, en: <https://www.elfinanciero.com.mx/bajo/vuelan-al-extranjero-pymes-aeronauticas-de-queretaro/>
- Elastomeros de Querétaro. (2022). Sobre nosotros, en: <http://www.elastomeros.mx/nosotros.html>
- Embraer, (2022), Commercial aviation, en: <https://www.embraercommercialaviation.com/>
- Ernst, D. y Kim, L. (2002). Global Production Networks, Knowledge Diffusion, and Local Capability Formation. Research Policy 31(8):1417-1429

- Escribano, A. Fosfuri, A. y Tribo, J. (2005). Managing Knowledge Spillovers: The Impact of Absorptive Capacity on Innovation Performance, Working Paper, December, Universidad Carlos III de Madrid, Department of Business Economics.
- Estrella, V. (2023). Industria aeroespacial de Querétaro recupera su actividad prepandemia: Aeroclúster. <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Industria-aeroespacial-de-Queretaro-recupera-su-actividad-prepandemia-Aerocluster-20230831-0075.html>
- ETU Aerospace. (2022). Nuestra Historia, en: <https://www.etu.mx/sobre-etu>
- Evangelista R., P. G. (1997). Nature and impact of innovation in manufacturing: some evidence from the Italian innovation survey. *Res. Policy*, 26, 521-536.
- Fallon-Byrne, L., & Harney, B. (2017). Microfoundations of dynamic capabilities for innovation: a review and research agenda. *The Irish Journal of Management*, 36, 21 - 31.
- Federal Aviation Administration. (2022). About us. <https://www.faa.gov/about>
- FEMIA & SE. (2014). Plan Nacional de Vuelo: Industria Aeroespacial Mexicana, Mapa de Ruta. Secretaría de Economía
- Findlay, R. (1978) Relative Backwardness, Direct Foreign Investment, and the Transfer of Technology: A Simple Dynamic Model. *The Quarterly Journal of Economics*, 92, 1-16. <http://dx.doi.org/10.2307/1885996>
- FlightGlobal. (2020). Top 100 aerospace companies ranked by revenue; en: <https://www.flightglobal.com/flight-international/top-100-aerospace-companies-ranked-by-revenue/140025.article>
- Freeman, C., y Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Third Edition, The MIT Press, Massachusetts.
- FUMEC. (2018). Investigación aplicada al desarrollo de mejores herramientas de apoyo para impulsar al ecosistema de proveedores para la industria aeroespacial de alto impacto en México. México.
- Galindo, M. y Pérez, M. (2018). Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/2970/3035>
- Garzón-Castrillón, M. (2016). Capacidad dinámica de absorción. Estudio de caso, ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. *Colombia* 20 (1)

- Gereffi, G. (1994). The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks. In book: Commodity Chains and Global Capitalism (pp.95-122) Chapter: 5
- Gereffi, G. (2001). "Las Cadenas Productivas como marco analítico para la globalización". Problemas del Desarrollo, vol 32, núm 125, México, IIEc-UNAM, abril – junio 2001.
- Gereffi, G. (2005). The Global Economy: Organization, Governance, and Development», in N. J. Smelser y R. Swedberg (eds.), The Handbook of Economic Sociology, Editorial Princeton University, New York, pp. 160-182.
- Gereffi, G. (2014). Global Value Chains in a Post-Washington Consensus World. Review of International Political Economy forthcoming(1)
DOI:10.1080/09692290.2012.756414
- Gereffi, G. (2018). Global Value Chains and Development: Redefining the Contours of 21st Century Capitalism. Cambridge University Press ISBN: 978-1-108-45886-3
- Gereffi, G. Humphrey, J. & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains, Review of International Political Economy, 12:1, 78-104
- Gereffi, G. Humphrey, J. & Sturgeon, T. (2013). Global Value Chain – oriented industrial policy: the role of emerging economies. World Trade Organization. https://www.researchgate.net/publication/281901582_Global_Value_Chain-Oriented_Industrial_Policy_The_Role_of_Emerging_Economies#full-text
- Gereffi, G. y Frederick, S. (2009). The Global Apparel Value Chain, Trade and the Crisis: Challenges and Opportunities for Developing Countries. In book: Global Value Chains in a Postcrisis World: A Development Perspective (pp.157-208) Chapter: 5
- Gereffi, G. y Lee, J. (2009). A global value chain approach to food safety and quality standards, Working Paper Series, Global Health Diplomacy for Chronic Disease Prevention
- Gereffi, G. y Sturgeon, T. (2013). Global Value Chain-Oriented Industrial Policy: The Role of Emerging Economies. Elms, Deborah y Low, Patrick (Eds.).Global Value Chains in a Changing World. Ginebra: World Trade Organization, p. 329-360.
- Gereffi, G., y Fernández-Stark, K. (2016). Global Value Chain: A primer (2.a ed.). https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/Duke_CGGC_Global_Value_Chain_GVC_Analysis_Primer_2nd_Ed_2016.pdf
- Girma, S. (2002), Absorptive Capacity and Productivity Spillovers from FDI: A Threshold Regression Analysis. Research paper series. Globalisation, Productivity and Technology Programme, Leverhulme Centre for Research on Globalisation and Economic Policy, Nottingham.
- Girma, S. y Görg, H. (2002) Foreign direct investment, spillovers and Global network for Economics of Learning, Innovation and Competence

- Giuliani, E. y Bell, M. (2005). The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy*, Elsevier, vol. 34(1), pages 47-68, February.
- Global Value Chain.org (2021), "Concept & Tools", Duke University, en: <https://globalvaluechains.org/concept-tools>
- Goldstein, A. (2002). The political economy of high-tech industries in developing countries: aerospace in Brazil, Indonesia and South Africa. *Cambridge Journal of Economics*, Volume 26, Issue 4, 1 July 2002, Pages 521–538, <https://doi.org/10.1093/cje/26.4.521>
- González Díaz, F. N. (2017). México: Un País que Vuela Alto en la Industria Aeroespacial. *Revista Comercio Exterior*, 10. <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.ph>
- Görg, H. & Greenaway, D. (2004). Much Ado about Nothing? Do Domestic Firms Really Benefit from Foreign Direct Investment?, *The World Bank Research Observer*
- Guan, J., & Ma, N. (2003). Innovative Capability and Export Performance of Chinese Firms. *Technovation*, 23, 737-747. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00013-5)
- Helfat, C. y Winter, S. (2011). Untangling dynamic and operational capabilities: strategy for the(n)ever-changing world. *Strategic Management Journal*. 32: 1243 – 1250
- Hernández, J. (2012). Las empresas mexicanas en la cadena de valor de la industria aeronáutica. FLACSO. https://flacso.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1026/14/1/Hernandez_J.pdf
- Hernández, J. (2015). Las empresas mexicanas en la cadena global de valor de la industria aeronáutica. México: FLACSO.
- Hernández, J. (2017). Technological and organizational capabilities of the Mexican companies participating in the aircraft industry value chain. *Revista Economía: Teoría y práctica*, <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2811/281155196004/html/index.html>.
- Hernández, J. (2010). Mecanismos de aprendizaje en la transferencia de conocimientos del modelo 400 y Global express. el caso de Bombardier Aerospace, Querétaro. UAM-X.
- Hernández, J., Domiguez, V. L., & Brown, G. F. (2019). Government policy in the aeronautical industry: A comparative analysis of Mexico, Brazil and Spain. *Perfiles Latinoamericanos*,, 253-275.
- Humphrey, J. and Schmitz, H. (2000) *Governance and Upgrading: Linking Industrial Cluster and Global Value Chain Research*. Institute of Development Studies, Brighton.

- Humphrey, J. y Schmitz, H. (2000). Governance and upgrading: linking industrial cluster and global chain research. IDS Working paper. Institute of Development Studies. <https://www.marketlinks.org/sites/default/files/media/file/2020-10/Governance%20and%20Upgrading.pdf>
- Humphrey, J. y Schmitz, H. (2002). "How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters?" *Regional Studies*, v. 36, n.º 9, pp. 1017-1027.
- HYRSA. (2022). HYRSA Aerospace, en: <https://www.hyrsa.mx/es/index.html>
- IATA, (2013); Aircraft Technology Roadmap to 2050, en: <https://www.iata.org/en/programs/environment/technology-roadmap/>
- IATA. (2022). About us. <https://www.iata.org/en/about/>
- ICCAIA. (2022). About us. <https://iccaia.org/about-us/>
- ICEX. (2022). Aeroespacial México. https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/077/documentos/2023/12/fichas-sector/FS_Aeroespacial%20en%20México%202023_REV.pdf
- Inadem, Economía gob, (2017). Casos de éxito, Horizontec. <https://www.inadem.gob.mx/caso-de-exito-horizontec/>, consultado el 31 de agosto de 2023.
- Johnson, B. (1992). Institutional Learning. *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. B. Å. Lundvall, London, Pinter Publishers, 1992. Capítulo 2.
- Jordaan, J. (2005) Determinants of foreign direct investment-Induced Externalities: New Empirical Evidence for Mexican Manufacturing Industries, *World Development*, Vol. 33, No. 12, 2103-2118.
- Juárez, P. (17 de 03 de 2017). Exportaciones de industria aeroespacial superan 7 mil mdd. A21.com. <http://a21.com.mx/aeronautica/2017/03/17/exportaciones-de-industria-aeroespacial-superan-7-mil-mdd>
- Kaplinsky, R. and Readman, J. (2001) Integrating SMEs in Global Value Chains: Towards Partnership for Development. Unido, Vienna. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1 (5), pp. 12-24.
- Katz, Jorge (coord.) (2015), *T Advanced manufacturing: where is America today?*, The Macmillan Press Ltd., Londres. pp. 26-30.
- Kinoshita, Y. (2000). R&D and Technology Spillovers Via FDI: Innovation and Absorptive Capacity. <https://ssrn.com/abstract=258194> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.258194>

- KPMG. (2030). Aviation 2030: Disruptions and its implications for the aviation sector. <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2019/12/aviation-2030.html>
- Krugman, P. (1980). Scale economies, product differentiation and the pattern of trade. *The American Economic Review*, Vol 70 (5), 950 – 959
- Lall, S., (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*
- Lane, P., Salk, J. y Lyles, M. (2001). Absorptive capacity learning and performance in international joint ventures. *Strategic Management Journals*, 22, pp. 1139 – 1161
- Limaj, E., Bernroider, E. y Choudrie, J. (2016). The impact of social information system governance, utilization, and capabilities on absorptive capacity and innovation: A case of Austrian SMEs', *Information & Management*, Vol. 53 (3): 380-397.
- Liu, S. M., Hu, R., & Kang, T. W. (2021). The effects of absorptive capability and innovative culture on innovation performance: Evidence from Chinese high-tech firms. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(3), 1153-1162.
- Lizcano, L. (2022). Industria aeroespacial mexicana de cara al futuro, *Modern Machine Shop*, en: <https://www.mms-mexico.com/articulos/industria-aeroespacial-mexicana-de-cara-al-futuro>
- López, S., Elola, A., Valdaliso, J., Y Aranguren, M. (2012). El Clúster de la industria aeronáutica y espacial del País Vasco: orígenes, evolución y trayectoria competitiva. <https://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/libros/libros-capitulos-libro/cluster-aeronautica.pdf>
- Lundvall, BA., Jurowetzki, R. y Lema, R. (2014). Combining the Global Value Chain and the Innovation system perspectives. A new agenda for Globelics research? *Asialics Conference*, Daegu, Korea, September 25th, 2014.
- Castro, M.A., Saavedra M.L. y Camarena M. (2015). Hacia una comprensión de los conceptos de emprendedores y empresarios. *SUMA NEG.* 2015; 6 (13): 98-107. <http://www.elsevier.es> el 13/06/2016.
- Marin, A. y Bell, M. (2006) Technology Spillovers from Foreign Direct Investment (FDI): the Active Role of MNCs Subsidiaries in Argentina in the 1990's, *Journal of Development Studies*, Vol. 42, No. 4, 678-697.
- Matus, M., Carrillo, J. y Gomis, R. (2018). Empresas multinacionales, derramas de conocimiento y spin-off en México. ¿El país de origen hace la diferencia?. *Perfiles Latinoamericanos*, 26(52). doi: 10.18504/pi2652-007-2018.
- McDermott, G. y Pietrobelli, C. (2017). Walking before you can run: the knowledge, networks, and institutions for emerging market SMEs. *Breaking up the Global Value Chain: Opportunities and Consequences Advances in International Management*,

- Mexico Industry. (2021). La Pyme queretana que se convirtió en Tier 1 de la industria aeronáutica, en: <https://mexicoindustry.com/noticia/la-pyme-queretana-que-se-convirtio-en-tier-1-de-la-industria-aeronautica>
- MexicoNow. (2020). COVID-19 está obligando a la industria aeronáutica a modernizarse. :<https://mexico-now.com/category/aerospace/page/2/>
- MexicoNow. (2023). Aerospace exports to reach record figures in 2023. <https://mexico-now.com/aerospace-exports-to-reach-record-figures-in-2023/>
- Milberg, W. y Winkler, D. (2013). Outsourcing economics. Global value chains in capitalist development. Cambridge University Press: Cambridge.
- Morán, C. y Mayo, A. (2013), La ingeniería en la industria aeroespacial, Academia Ingeniería de México. <http://www.observatoriodelaingenieria.org.mx/docs/pdf/5ta.%20Etapa/15.La%20ingenier%C3%ADa%20en%20la%20industria%20aeroespacial%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- Mordor Intelligence. (2023). Aerospace Industry in Mexico Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2023 - 2028) Source: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/aerospace-industry-in-mexico>
- Nelson, R. (1993). National Innovation Systems: A Comparative Analysis, Oxford, Oxford University Press.
- Nelson, R. (1998). The agenda for growth theory: A different point of view, Cambridge Journal of Economics, 22, 497 – 520
- Nelson, R., 1994. The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions. Industrial and Corporate Change 3(1), 47-63.
- Nelson, R., Winter, S., (1977). In search of useful theory of innovation. Research Policy 6(1), 36-76. net/pipermail/interlink/2003-February/000659.html
- Niosi, J. y Zhegu, M. (2005). Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers? Industry and Innovation, 12:1, 5-29, DOI: 10.1080/1366271042000339049
- Niosi, J. y Zhegu, M. (2010). Multinational Corporations, Value Chains and Knowledge Spillovers in the Global Aircraft Industry. International Journal of Institutions and Economies, vol. 2, issue 2, 109-141
- OACI. (2022). Sobre la OACI. <https://www.icao.int/about-icao/Pages/ES/default.aspx>

- OCDE, (2006). Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos de innovación. <http://www.itq.edu.mx/convocato-rias/manualdeoslo.pdf>
- Olea-Miranda, J., et al. (2016). Las capacidades de absorción del conocimiento como ventajas competitivas para la inserción de pymes en cadenas globales de valor. Estudios Gerenciales <http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2016.04.002>
paper series, Globalisation, Productivity and Technology Programme,
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", Research Policy, 13 (6), Elsevier, London, pp. 343-373.
- Penrose, E. T (1959). The Theory of the Growth of the Firm. New York: John Wiley.
- Petricevic, O. y Teece, D. (2019). The structural reshaping of globalization: Implications for strategic sectors, profiting from innovation, and the multinational enterprise. Journal of International Business Studies. Volume 50, pages 1487–1512
- Pietrobelli, C. y Rabellotti, R. (2010). Cadenas de valor globales y sistemas de innovación ¿oportunidades de aprendizaje para los países en desarrollo? Territorios innovadores y competitivos / coord. por José Luis Curbelo, Mario Davide Parrilli, Francisco Albuquerque, 2011, ISBN 978-84-9768-896-3, págs. 89-111 Curbelo, M. D. Parrilli y F. Albuquerque (coord.). Territorios innovadores y competitivos. Madrid, Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad Marcial Pons.
- Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2007). Upgrading to compete: SMEs, clusters and value chains in Latin America. Harvard University Press.
- Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2011). Global value chains meet innovation systems: Are there learning opportunities for developing countries? World Development, 39(7), 1261 - 1269.
- Plasencia, V. (2016). Alianza de Altos vuelos, Milenio Noticias, <https://www.milenio.com/estilo/alianza-de-altos-vuelos>
- Porter, M. y Millar, V. (1986). Como obtener ventajas competitivas por medio de la información. Harvard Deusto Business Review. Número 25, pp 3 – 22
- Porter, M. y Siggelkow, N. (2008). Contextuality Within Activity Systems and Sustainability of Competitive Advantage. Academy of Management Perspectives 22(2) DOI:10.5465/AMP.2008.32739758
- Querétaro Digital. (2023). Aeroclúster de Querétaro posicionado en el sector aeroespacial. <https://qrodigital.com/aerocluster-de-queretaro-posicionado-en-el-sector-aeroespacial/>
- Rabellotti, C., & Pietrobelli, R. (2010). Global Value Chains Meet Innovation Systems: Are there learning opportunities for developing countries? Washington D.C.: Inter-American Development Bank.

- Reddy , K., Chundakkadan, R. y Sasidharan, S. (2021). Firm innovation and global value chain participation *Small Business Economics*, 2021, vol. 57, issue 4, No 20, 1995-2015
- Reilly, M. y Sharkey, P. (2010). *Dynamic Capabilities, Absorptive Capacity and Knowledge Sharing: A Research Agenda into Explicating the Antecedent Factors Conducive to Subsidiary Bargaining Power*. Academy of International Business (UKI Chapter) Conference Paper, Trinity College Dublin
- Rodriguez Quezada, R. (2020). Reiniciar la industria aeroespacial en México es una prioridad. *Mexico Bussiness*. <http://mexicobusiness.news/aerospace>
- Rossegger, G. (1987). "The economics of production and innovation. An Industrial Perspective", Pergamon Press.
- Sandoval, S., Morales, M., & Díaz, H. (2019). Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor: el caso del sector aeroespacial en México. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*
- Schumpeter, J. (1912). *The theory of economic development*. Cambridge: Harvard University Press, 1934. First edition, 1912.
- Schumpeter, J. (1989), "Essays on Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles and the Evolution of Capitalism", en N. J. edited by Richard V. Clemence, New Brunswick, pp. 253-231.
- Shih, S. (1996). *Me-Too is Not My Style: Challenge Difficulties, Break through Bottlenecks, Create Values* (Taipei: The Acer Foundation).
- Sjöholm, F. (1999). Technology Gap, Competition and Spillovers from Direct Foreign Investment: Evidence from Establishment Data, *Journal of Development Studies*, n° 36, pp. 53-73.
- Slater, S., Olson, E. y Sorensen, H. (2012). Creating and exploiting market knowledge assets. *Journal of Business Strategy* 33(4):18-27 DOI:10.1108/02756661211242672
- Solleiro, J., Mejía, A. y Castañon, R. (2020). Mexico's innovation policy for aerospace industry, Conference: ISPIIM Innovation Conference "Innovation in Times of Crisis"
- Soria , B., & Ortiz, S. (2017). Exceden ventas a la entrega de aeronaves. *Vanguardia Industrial B2B*. Recuperado el 22 de 08 de 2017, de www.vanguardia-industrial.net/exceden-ventas-a-la-entrega-de-aeronaves/
- Sturgeon, T. (2011). From commodity chains to value chains: interdisciplinary theory building in an age of globalization. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*. Cadenas productivas y territorio. FLACSO Sede Ecuador y Comité

Ecuatoriano de Desarrollo Económico y Territorial (CEDET). Quito: FLACSO - CEDET, (no. 2, octubre 2011): pp. 11-38. ISSN: 1390-5708.

Sturgeon, T. J., & Memedovic, O. (2010). Mapping Global Value Chains—Intermediate Goods Trade and Structural Change in the World Economy. Development Policy and Strategic Research Branch Working Paper, UNIDO.

Sturgeon, T. y Gereffi, G. (2013). De Cadenas De Mercancías (commodities) a Cadenas De Valor: Construcciones Teóricas En Una época De Globalización. Eutopía. Revista De Desarrollo Económico Territorial, n.º 2 (noviembre), 11-38.

Suarez, D. (2018). El enfoque de los sistemas de innovación. En Barletta F, Robert V y Yoguel, G. (editores): “Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico”. Vol. 2. UNGS. Buenos Aires.

Tavassoli, S. (2018). The role of product innovation on export behavior of firms: Is it innovation input or innovation output that matters? European Journal of Innovation Management. Vol 21 (2)

Tecce, D. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance, Strategic Management Journal, 28: 1319 – 1350

Tecce, D. (2012). Dynamic Capabilities: Routines versus Entrepreneurial Action, Journal of Management Studies 49:8

Tecce, D. (2019). A capability theory of the firm: an economics and (Strategic) management perspective. New Zealand Economic Papers, vol. 53, issue 1, 1-43

Teece, D. (2000). Strategies for Managing Knowledge Assets: The Role of Firm Structure and Industrial Context. Long Range Planning: International Journal of Strategic Management, 33(1), 35–54. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(99\)00117-X](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(99)00117-X)

Teece, D. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. Strategic Management Journal, 1319 - 1350.

Teece, D. y Pisano, S. (1994). The Dynamic Capabilities of Firms: An Introduction. Industrial and Corporate Change 3(3):537-556. DOI:10.1093/icc/3.3.537-a

Teece, D., Pisano, G., & Suen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. Strategic Management Journal, Vol. 18:7, 509 - 533.

Torres, A. y Jasso, J. (2009). Naturaleza y crecimiento de las empresas: la dinámica innovadora en las pymes de México. Sistemas Regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las pymes el caso de la industria de maquinados industriales, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

- Uharte, L. (2014). Las multinacionales, agentes estratégicos del capital. Una guía para evaluar sus impactos, *Barataria Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*
- Vanguardia Industrial. (2020). Aeroespacial: En México, la diversidad, componente de la innovación, "está en pañales", en: <https://www.vanguardia-industrial.net/aeroespacial-en-mexico-la-diversidad-componente-de-la-innovacion-esta-en-panales/>
- Vanguardia Industrial. (2021). Especial Mujeres: Reconocemos su progreso en la industria, en: <https://www.vanguardia-industrial.net/especial-mujeres-reconocemos-su-progreso-en-la-industria-16/>
- Vázquez, M. Á., & Bocanegra, C. (2018). La industria aeroespacial en México: Características y retos en Sonora. *Revista Problemas del Desarrollo*, 195 (49), octubre-diciembre 2018, 153 - 176.
- Velásquez, J. y Ceballos, F. (2008). Estudio de un proceso de innovación utilizando la dinámica de sistemas. *Cuad. Adm. Bogotá (Colombia)*, 21 (35): 127-159.
- Villarreal, A., Flores, S. M., Flores, M. A. (2016), "Patrones de colocación espacial de la industria aeroespacial", *Estudios Económicos*, vol. 31, núm. 1, enero-junio, El Colegio de México, A.C. <https://estudioeconomicos.colmex.mx/>
- Villavicencio, D; (2013). Capacidades y oportunidades para el desarrollo de la industria aeronáutica en Querétaro. En *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional* (págs. 49 - 91). México : Flacso.
- Volume 20, Issue 2, February 1992, Pages 165-186
- WIPO, (2020). Patentscope. Obtenido de https://patentscope.wipo.int/search/en/result.jsf?_vid=P12-KJJ92X-17077
- Yin, R. (2018). *Case Study Research and Applications*. SAGE Publications Ltd, Sixth Edition
- Yoguel, G. (2003). *Redes de conocimiento*. <http://www.enlaceweb>.
- Zahra SA, George G. (2002). Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *Academy of management Review*. 27(2):185-203.
- Zahra, S. y George, G. (2002). The Net-Enabled Business Innovation Cycle and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Information Systems Research* 13(2):147-150. <https://doi.org/10.1287/isre.13.2.147.90>
- Zollo, M. y Winter, S.G. (2002) Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Organization Science*, 13, 339-351. <https://doi.org/10.1287/orsc.13.3.339.2780>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de congruencia

Derramas de conocimiento, capacidades dinámicas y escalamiento en la cadena global de valor: Pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro			
Preguntas		Objetivos	Supuestos
Principal	¿Cuáles son los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor?	Examinar cuáles son los factores estratégicos que permiten a las pequeñas y medianas empresas del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor.	Los factores estratégicos que permiten a las Pyme del Aeroclúster de Querétaro mejorar su participación en la cadena global de valor de la industria aeroespacial están relacionados con las capacidades gerenciales, de absorción, tecnológicas y del territorio.
Secundarias	¿Qué mecanismos utilizan las Pyme del Aeroclúster de Querétaro para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por su interacción con empresas multinacionales?	Describir los mecanismos que utilizan las Pyme del Aeroclúster de Querétaro para aprovechar las derramas de conocimiento generadas por su interacción con empresas multinacionales.	Las Pyme del del Aeroclúster de Querétaro aprovechan las derramas de conocimiento generadas por empresas multinacionales mediante mecanismos de absorción de conocimiento, colaboración estratégica y desarrollo de capacidades internas.
	¿Qué factores determinan el escalamiento en la cadena global de valor para las Pyme del Aeroclúster de Querétaro que en ella participan?	Analizar los factores que determinan el escalamiento en la cadena global de valor para las Pyme del Aeroclúster de Querétaro que en ella participan.	2. El escalamiento de las Pyme del Aeroclúster de Querétaro se determina por factores internos y externos a la CGV como son: la gobernanza, la estructura de entrada y salida, el alcance geográfico, el contexto institucional y las partes interesadas en la industria.

Anexo 2. Diseño del estudio de caso

El siguiente protocolo fue elaborado de acuerdo con los aportes de Yin, R. (2018). Para cumplir con los criterios de fiabilidad y validez se consideraron 4 secciones para el análisis de la información.

- Sección A: misión y objetivos del caso de estudio; hipótesis y objetivos de la investigación; marco teórico utilizado.
- Sección B: procedimientos para la recolección de datos.
- Sección C: guía de preguntas.
- Sección D: Esquema del reporte de resultados.

Sección A: misión y objetivos del caso de estudio; hipótesis y objetivos de la investigación; marco teórico utilizado.

Se utilizó el enfoque de capacidades dinámicas en específico la capacidad de absorción y las capacidades gerenciales, como marco teórico, esto porque permitirá identificar las habilidades de percepción, adaptación y transformación que posee el director – fundador para percibir los cambios, oportunidades y amenazas surgidos en el entorno y cómo éstos son utilizados para realizar cambios al interior de la organización con la finalidad de mantenerse competitiva.

El segundo enfoque hace referencia a los Sistemas de Innovación, aquí se sugiere que los procesos de innovación no se dan de manera aislada, intervienen diferentes actores a nivel nacional o regional que, al interactuar y aprovechar los recursos y capacidades de cada uno de ellos, generan innovaciones o desarrollos tecnológicos. Entre los principales actores se encuentran las Universidades y centros de Investigación quienes se encargan de generar conocimientos y formar capital humano especializado, el gobierno, quien a través de la generación de

políticas públicas incentivan el desarrollo de innovaciones en áreas o sectores específicos y las empresas, quienes atienden a los requerimientos del mercado y buscan en la innovación un mecanismo para mantener una ventaja competitiva.

Por último, se utiliza el enfoque de Cadenas Globales de Valor, éste, permite identificar y analizar el funcionamiento de la CGV así como los actores, su participación, productos ofertados y posicionamiento en dicha cadena. También permite identificar la competencia a nivel nacional e internacional, así como las oportunidades que tienen las empresas con capital de origen nacional de mejorar su posicionamiento a través de la fabricación de productos de mayor valor agregado.

Bajo estos enfoques, uno de los mecanismos para que las empresas puedan beneficiarse de su participación en la cadena global de valor, es a través del aprovechamiento del conocimiento y la tecnología, convirtiendo el conocimiento tácito en explícito a través de innovaciones (en procesos o productos) lo que les permitirá ser más eficientes y eficaces. Desde el enfoque de Sistemas de Innovación, ésta no se genera de manera aislada, es decir, la innovación es el resultado de la interacción entre diferentes actores como son gobierno, universidades, centros de investigación y empresas, los cuales se encuentran localizados en un espacio geográfico determinado.

Sección B: procedimientos para la recolección de datos.

Los procedimientos para la recolección de datos se enlistan a continuación:

1. Revisión de fuentes secundarias de información (periódicos, revistas, entrevistas, participación en congresos y conferencias).
2. Búsqueda de actores – informantes clave.
3. Desarrollo de la guía para entrevista semiestructurada.
4. Vistas a empresas (observación de los casos a estudiar).
5. Entrevistas a actores – informantes clave.

Sección C: guía de preguntas

1. Aspectos generales de la organización

- Emprendimiento
- Perfil del emprendedor (fundador – director)
- Actividades desarrolladas
- Posicionamiento en la cadena global de valor

2. Desempeño de la firma en el entorno

- ¿Cómo se percibe en la empresa el desarrollo de la industria aeroespacial en México?
- ¿Cómo se percibe en la empresa el desarrollo de la industria aeroespacial en el mundo?
- ¿Qué estrategias se han implementado en la firma para atender los requerimientos del mercado?
- ¿Qué estrategias se han implementado en la firma para estimular el desarrollo de innovaciones por parte de los empleados?
- ¿Se tiene un monitoreo constante del entorno y de los cambios tecnológicos que pueden ser implementados por la firma y su competencia?

3. Capacidad de absorción

- ¿Cómo incorpora la empresas las innovaciones generadas en otros lugares?
- ¿Cuéntan con mecanismos al interior de la organización que faciliten el desarrollo de innovaciones en la firma?
- ¿Qué resultados se han obtenido del desarrollo de innovaciones dentro de la firma?

- ¿Se han adoptado nuevas tecnologías para el desarrollo de sus funciones? ¿Cuáles?
- ¿Cuál considera que ha sido el principal obstáculo para la adquisición de dichas tecnologías?
- ¿Cómo se fomenta la creatividad entre los empleados?
- ¿Cómo se fomenta el trabajo en equipo?
- ¿Qué cambios se generaron en la firma a través de la adopción o generación de innovaciones?

4. Derramas de conocimiento

- ¿Dónde adquirió los conocimientos para iniciar su propia empresa?
- ¿Se considera que los empleados son una fuente de ideas innovadoras?
- ¿Cuentan con infraestructura propia para el desarrollo de innovaciones?
- ¿Se asigna un presupuesto anual para el desarrollo de innovaciones o adquisición de tecnología?
- ¿Ha colaborado con alguna OEM para la generación o adopción de desarrollos tecnológicos e innovaciones? ¿Cuáles?
- Desde su percepción, las OEM facilitan el desarrollo de innovaciones en las pyme

5. Sistema regional de innovación

- ¿La normatividad existente ha propiciado o limitado el desarrollo de innovaciones?
- ¿La empresa mantiene relación con Universidades y Centros de Investigación para el desarrollo de nuevos productos y/o procesos? ¿Cuáles?
- ¿Ha obtenido financiamientos de carácter público para generación o adopción de desarrollos tecnológicos e innovaciones? ¿Cuáles?

- ¿Cuáles son los principales retos o problemas que ha tenido la empresa para generar innovaciones o desarrollos tecnológicos.
- ¿Qué tipo de innovaciones se han generado dentro de la firma?
- ¿Qué beneficios ha obtenido la firma del desarrollo de estas innovaciones?
- Como resultado de los procesos de innovación, ¿la firma cuenta con algún derecho de propiedad intelectual (patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, derechos de autor, entre otros)?

6. Cadena Global de Valor

- ¿Considera que la innovación es un factor clave para el escalamiento de las Pyme en la CGV de la industria aeroespacial?
- ¿Considera que el escalamiento que ha tenido la empresa es resultado de los procesos de innovación y adquisición de nuevas tecnologías?
- A su consideración, ¿cuáles son los factores críticos que pueden facilitar el escalamiento de las Pyme en la la CGV de la industria aeroespacial?

Sección D: Esquema del reporte de resultados.

Para presentar los resultados obtenidos, se utilizó una estrategia analítica descriptiva, la cual consiste en detallar los hallazgos e información obtenida durante las visitas y entrevistas. Esta estrategia permite también hacer comparaciones utilizando el marco teórico de referencia (Yin, R., 2018, p. 219).

Anexo 3: Guía para la entrevista semiestructurada para actores clave de la industria aeroespacial en México

1. ¿Cómo se percibe el desarrollo de la industria aeroespacial mexicana después de la crisis generada por la aparición del virus SARS-Cov-2?
2. ¿Qué oportunidades tienen las Pyme mexicanas de permanecer en la CGV ante los cambios surgidos en la industria?
3. ¿Qué capacidades tendrían que desarrollar las Pyme para escalar en la CGV de la industria aeroespacial?
4. ¿Qué estrategias se han implementado para estimular el crecimiento de la industria a nivel nacional?
5. ¿Qué importancia se le da a la generación de innovaciones y desarrollos tecnológicos en la industria aeroespacial mexicana?
6. ¿Cuál considera que ha sido el principal obstáculo para la adquisición de nuevas tecnologías?
7. ¿Cuál es el papel que desempeñan las OEM en México para que las Pyme desarrollen innovaciones?
8. La normatividad existente ha propiciado o limitado el desarrollo de innovaciones? O
9. Los cambios y regulaciones en materia medioambiental han propiciado el desarrollo de innovaciones en la firma. Si, ¿Cuáles?
10. ¿Cuáles son los principales retos o problemas que se ha tenido en México para que en la industria aeroespacial se generen innovaciones o desarrollos tecnológicos?
11. ¿Considera que la innovación es un factor clave para el escalamiento de las Pyme en la CGV de la industria aeroespacial?
12. ¿Considera que el escalamiento que han tenido algunas empresas mexicanas es resultado de los procesos de innovación y adquisición de nuevas tecnologías?

13. A su consideración, ¿cuáles son los factores críticos que pueden facilitar el escalamiento de las Pyme en la la CGV de la industria aeroespacial?
14. ¿Qué mecanismos considera oportunos para que las Pyme detecten los cambios surgidos en el entorno?

Anexo 4. Miembros internacionales del Aeroclúster de Querétaro

Firma	Origen	Tamaño	Actividades	Descripción de su actividad
A. E. PETSCHÉ		Pyme	Manufactura	AE Petsche Company, una división de Arrow Electronics, es el proveedor líder mundial de soluciones de interconexión de defensa, transporte y aeroespacio.
AEROPROCESS TTT		Pyme	Manufactura	Aeroproccess TTT es una empresa que se dedica a los tratamientos térmicos aplicados a componentes metálicos de los sectores industriales, principalmente aeroespacial y automotriz.
AXON INTERCONEX		Pyme	Manufactura	Axon Interconex fabricante de alambres, cables y arneses para tecnologías avanzadas, ofrece soluciones completas de interconexión para una amplia gama de aplicaciones: industria general, consumo, automotriz, aeronáutica, espacial, militar, telecomunicaciones, médica, centros de investigación e industria petrolera.
DAHER AEROSPACE QUERÉTARO		Pyme	Manufactura	Logística y servicios de cadena de suministro aprovechando la experiencia logística e industrial histórica de la empresa, Daher permite a los clientes controlar mejor sus costos al tiempo que ganan competitividad y flexibilidad. Pionero en Logística 4.0, Daher optimiza y asegura la gestión de toda, o parte, de la cadena de suministro, junto con sus flujos y ciclos de vida, para los principales programas industriales mediante la implementación de soluciones digitales innovadoras.
DELASTEK		Pyme	Manufactura	Empresa del sector aeronáutico enfocada a ingeniería, diseño y desarrollo de productos de calidad para los principales clientes globales del sector aeroespacial y de transporte. Ofrecen una amplia gama de procesos de

Firma	Origen	Tamaño	Actividades	Descripción de su actividad
				fabricación, que incluyen fibra de compuestos, termoformado, ensamble estructural, inyección de plástico, impresión 3D, pintura, mecanizado, etc., para garantizar una cabina diseñada para la nueva generación de aeronaves.
DUQUEINE		Pyme	Manufactura	Duqueine, especialista en diseño y fabricación de piezas y subconjuntos en materiales compuestos de alto rendimiento para la industria aeroespacial.
LAUAK AEROSPACE		Pyme	Manufactura	Grupo LAUAK está posicionado en todos los sistemas de transporte de fluidos: sangrado, hidráulico, combustible, aire, Fidex, etc. Ofrecen todos los procesos inherentes a la fabricación de tuberías y su montaje o equipo.
NITREX		Pyme	Servicios de soporte a la manufactura	Como proveedor global de servicios de tratamiento térmico, NITREX brinda servicios de tratamiento térmico de calidad que mejoran la confiabilidad y el rendimiento de los componentes para una variedad de industrias: aeroespacial, automotriz, defensa y armamento, engranajes, médica, minera, petrolera y gas, generación de energía, herramientas y muchos más. Los servicios se componen de las tecnologías centrales de Nitruración y Nitrocarburation NITREG®. Los clientes se benefician de nuestra amplia gama de servicios en múltiples ubicaciones, aprovechando las capacidades y recursos globales para satisfacer sus necesidades cambiantes de eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad. En las instalaciones de Querétaro, se colabora principalmente con la industria automotriz, junto con una parte de las industrias de manufactura, petróleo y gas, con certificaciones AS9100D y NADCAP, con todas las funciones para recibir proyectos aeroespaciales.

Firma	Origen	Tamaño	Actividades	Descripción de su actividad
TESTIA (An Airbus Company México)		Pyme	Servicios de soporte a la manufactura	Testia es una empresa del grupo Airbus con más de 25 años de experiencia en inspecciones de aerestructuras y Ensayos No Destructivos (NDT). Gracias a su presencia global, con instalaciones en Europa, Norteamérica y Asia, Testia puede proporcionar servicios a nivel mundial y ser una solución a las necesidades de la industria. Testia es el proveedor integral de END en el sector Aeroespacial. Ofrece una amplia gama de equipos de control de calidad y END para un análisis rápido y eficiente de estructuras, componentes y ensamblajes. Testia también capacita y califica al personal en todos los métodos de END, en todos los niveles de calificación, así como también proporciona servicios de inspección, consultoría e ingeniería.
AERNNOVA AEROSPACE		Gran empresa	Manufactura	Compañía global que fabrica componentes metálicos y de compuestos, además de realizar el montaje de estructuras aeronáuticas. También diseña productos complejos desde el concepto hasta el detalle de cada una de sus piezas y realiza ensayos y certificaciones. Suministra a los mayores fabricantes de aeronaves del mundo.
AIRBUS HELICOPTERS		Gran empresa	Manufactura	En México, Airbus Helicopters es el fabricante líder para el mercado civil, público y cuenta con una flota de más de 140 helicópteros volando en el país. México alberga la mayor flota de Airbus Defence and Space de la región, con 22 aeronaves C295 en funcionamiento y una Estación Receptora Directa (DRS, por sus siglas en inglés) operada por la Secretaría de Agricultura, la cual recibe datos de los satélites SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre: Satélite Para la Observación de la Tierra) desde 2004. Airbus Defence and Space cuenta con un Centro de Mantenimiento, Reparación y Revisión (MRO) en la

Firma	Origen	Tamaño	Actividades	Descripción de su actividad
				Base Aérea de Santa Lucía para dar atención a los aviones de transporte C295 operados por la Fuerza Aérea Mexicana (FAM), propiedad de SEDENA y SEMAR.
ALBANY ENGINEERED COMPOSITES		Gran empresa	Manufactura	Diseña, desarrolla y fabrica componentes compuestos avanzados. Su fortaleza principal es la capacidad para producir piezas compuestas complejas y altamente personalizadas, con un enfoque en los materiales compuestos de transferencia de resina tejida en 3D. Sus productos permiten a los clientes utilizar materiales compuestos ligeros y de alto rendimiento en aplicaciones donde antes no podían hacerlo.
BOMBARDIER		Gran empresa	Diseño e ingeniería	Bombardier es un líder mundial en la fabricación de aviones de negocios con una red global de centros de servicio en todo el mundo. En México produce aeroestructuras y componentes completos para las familias de aviones Global y Challenger; su centro manufacturero en Querétaro forma parte esencial de la cadena de suministro interna.
GENERAL ELECTRIC INFRAESTRUCTURE QUERÉTARO		Gran empresa	Diseño e ingeniería	General Electric Infraestructure Querétaro es uno de los principales centros de ingeniería avanzada en la región, es el centro de ingeniería más grande de GE Aviation fuera de E.U. y el segundo más grande de GE Power y GE Renewable Energy. Desde su apertura en 1999, este centro ha desarrollado más de 50 patentes, más de 1,500 ingenieros mecánicos, industriales, eléctricos, de software, mecatrónica y de sistemas de control, así como de diseñadores industriales, invierten cerca de 4 millones de horas cerebro por año. La misión de GEIQ es mejorar la productividad de los negocios de GE para los cuales proporciona servicios a través de soluciones de ingeniería de clase mundial.

Firma	Origen	Tamaño	Actividades	Descripción de su actividad
GLOBAL THERMAL SOLUTIONS		Gran empresa	Servicios y soporte a la manufactura	Laboratorio acreditado en procesos indispensables para los Tratamientos Térmicos, tales como calibración de instrumentos de temperatura, pruebas SAT y TUS conforme a CQI-9 y AMS2750.
ITP AERO MÉXICO		Gran empresa	Manufactura, MRO, Diseño e ingeniería	ITP Aero es la empresa de motores y componentes aeronáuticos de España y la novena compañía del sector en todo el mundo. La compañía apuesta por la innovación y el desarrollo de tecnología propia como principales ventajas competitivas. ITP Aero está presente en todo el ciclo de vida del motor de aviación, desde I+D hasta soporte en servicio
LATÉCOÈRE		Gran empresa	Manufactura	Empresa líder en el campo de las Aeroestructuras y Sistemas de Interconexión. Ubicadas en 3 sitios de producción, Hermosillo con 2 y Querétaro con 1, la subsidiaria Latécoère México es emblemática para el grupo, ya que crea sinergia entre Aeroestructuras y Sistemas de Interconexión con productos que lo convierten en Tier 1 de la industria.
MANPOWER		Gran empresa	Servicios y soporte a la manufactura	A través de su amplia familia de marca, Manpower ofrece soluciones innovadoras de capital humano y servicios especializados, apoyando a impulsar a las organizaciones desde la búsqueda y reclutamiento de personal, hasta la gestión, desarrollo de talento y transición de carrera. Aborda los complejos desafíos de capital humano que las empresas enfrentan diariamente proporcionando a tu organización la agilidad que necesitas para triunfar. Manpower "Tú éxito es nuestro éxito".
SAFRAN		Gran empresa	Manufactura, MRO	Safran es un grupo internacional de alta tecnología que opera en los mercados de aviación (propulsión, equipos e interiores), defensa y espacio. En Querétaro se establecieron dos de las 8 divisiones del ramo de la aviación. Safran Aircraft

Firma	Origen	Tamaño	Actividades	Descripción de su actividad
				<p>Engines, dedicada tanto a la producción de piezas compuestas tejidas en 3D para el motor LEAP, como a la fabricación de piezas y montaje de módulos CFM56 y LEAP, principalmente para los aviones de pasajeros Boeing y Airbus. Safran Landing Systems dedicada a la producción de piezas para trenes de aterrizaje para Airbus y Boeing. Para satisfacer las necesidades de las aerolíneas en todo el continente americano, Safran opera tres centros de mantenimiento, reparación y revisión (MRO) en Querétaro tanto de motores de avión como de trenes de aterrizaje.</p>
Fuente: Aeroclúster de Querétaro (2022)				

Anexo 5. Universidades y Centros de Investigación en materia aeroespacial en el estado de Querétaro

Dependencia	Origen	Giro	Actividades	Descripción de su actividad
CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA (CENAM)		Metrología	Centro de investigación	El CENAM es el laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones. Es responsable de establecer y mantener los patrones nacionales, ofrecer servicios metrológicos como calibración de instrumentos y patrones, certificación y desarrollo de materiales de referencia, análisis de alta confiabilidad, capacitación y entrenamiento, asesorías y ensayos de aptitud técnica.
CENTRO DE TECNOLOGÍA AVANZADA (CIATEQ)		Ingeniería aplicada	Centro de investigación	CIATEQ es un centro público especializado en manufactura avanzada y procesos industriales que realiza servicios y proyectos de desarrollo tecnológico, investigación aplicada y formación de talento especializado, pertenece a la red de Centros Públicos de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y forma parte de la Coordinación de Materiales, Manufactura Avanzada y Procesos Industriales en los CPI's, teniendo una cobertura nacional hacia los diferentes sectores de la industria y requerimientos de la Sociedad.
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA (CIDETEQ)		Electroquímica	Centro de investigación	Centro de investigación que pertenece al CONACYT y que se especializa en procesos de electroquímica (metalizado, tratamientos superficiales y recubrimientos, celdas de combustible), Materiales (tratamientos químicos, electrodepositos y electroformación), y Tecnologías medioambientales (análisis químico, tratamiento de aguas, residuos, tratamiento y remediación del suelo). CIDETEQ tiene trabajo con agencias gubernamentales e industrias privadas, en sectores industriales como metalmecánica, química, alimentaria, automotriz, textil y aeronáutica.
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS (CINVESTAV)		Ciencia y Tecnología	Centro de investigación	En el Cinvestav se realizan investigaciones originales en diversas áreas científicas y tecnológicas que permiten elevar el nivel de vida e impulsar el desarrollo del país. En la Unidad Querétaro, se manejan principalmente las siguientes líneas de investigación: desarrollo de procesos y equipos, materiales

Dependencia	Origen	Giro	Actividades	Descripción de su actividad
				bio-orgánicos, materiales compuestos, materiales metálicos, materiales optoelectrónicos, materiales poliméricos, películas delgadas de semiconductores, óxidos y dieléctricos, procesamiento de materiales, recubrimientos cerámicos y metálicos, técnicas de caracterización de materiales, ciencia de materiales computacional, fenómenos cuánticos y tecnologías cuánticas.
AEROMÉXICO FORMACIÓN		Gran empresa	Formación e instituciones educativas	Aeroméxico Formación, fue creado para dar respuesta a las necesidades de capacitación que la industria de la aviación requiere, especializándose en el diseño, desarrollo y aplicación de programas de capacitación técnica aeronáutica, técnica comercial, calidad en el servicio, desarrollo humano y competencias lingüísticas, contando para ello con un equipo altamente calificado de instructores certificados por la autoridad aeronáutica mexicana e instituciones internacionales. Brinda el desarrollo de programas de capacitación a la medida, acorde a las necesidades de las empresas, así como formación profesional para jóvenes interesados en incorporarse a la industria de la aviación a través de carreras técnicas.
ARKANSAS STATE UNIVERSITY		Educación superior	Formación e instituciones educativas	ASUCQ es la primera universidad en México en ofrecer el modelo académico de educación de E.U.A. Experimente una comunidad de aprendizaje viva en un campus de estilo estadounidense mientras obtiene títulos válidos en ambos países. Esto, junto con la multiculturalidad de nuestros profesores y las clases impartidas 100% en inglés, brinda a los estudiantes habilidades para acceder a los mercados laborales y de educación superior en todo el mundo.
COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DEL ESTADO DE QUERÉTARO (CECYTEQ)		Media superior	Formación e instituciones educativas	Organismo público descentralizado del Gobierno del Estado, creado con el propósito de ampliar la oferta educativa en el nivel bachillerato tecnológico. Promover y dirigir acciones encaminadas a la aplicación del conocimiento educativo y tecnológico generado en los planteles, a fin de incorporarlos al sistema educativo y a los sectores productivos industriales y de servicios del Estado.

Dependencia	Origen	Giro	Actividades	Descripción de su actividad
COLEGIO DE EDUCACIÓN PROFESIONAL TÉCNICA DEL ESTADO DE QUERÉTARO (CONALEP QUERÉTARO)		Media superior	Formación e instituciones educativas	Institución líder en la Formación de Profesional Técnicos, y Profesionales Técnicos Bachiller, se caracteriza por impartir una formación orientada a la inserción en el mundo del trabajo, a través de módulos de Educación Basada en Normas de Competencia Laboral y la alternativa de una formación propedéutica para aquellos estudiantes interesados en cursar el nivel superior.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (ITESM)		Educación superior	Formación e instituciones educativas	El Tecnológico de Monterrey es una universidad que se enfoca en la formación, la investigación, la transferencia de la tecnología, el impacto en la sociedad y que atrae el mejor talento, con énfasis en las tres “i”, innovación, investigación e internacionalización. Su visión es “liderazgo, innovación y emprendimiento para el florecimiento humano”, entendiendo el florecimiento humano como el desarrollo consciente de las personas, buscando su plenitud física, intelectual, emocional, espiritual y social, que impacten positivamente en su entorno y en la sociedad.
UNIDAD DE ALTA TECNOLOGÍA (UNAM CAMPUS JURQUILLA)		Educación superior	Formación e instituciones educativas	La Facultad de Ingeniería de la UNAM fundó la Unidad de Alta Tecnología en el estado de Querétaro, como una unidad de posgrado y vinculación industrial para apoyar el desarrollo de las áreas estratégicas de la industria nacional. La UAT tiene dos áreas disciplinarias: Ingeniería Automotriz e Ingeniería Aeroespacial y ofrece las maestrías y doctorados en: Ingeniería Automotriz y Diseño Mecánico. Adicionalmente, la Unidad de Alta Tecnología alberga al Laboratorio Nacional de Ingeniería Espacial y Automotriz de CONACyT (LN-INGEA), que cuenta con la infraestructura necesaria para realizar pruebas de precertificación espacial bajo estándares internacionales, teniendo como visión, el convertirse en un laboratorio de referencia para desarrollo de la industria espacial mexicana”.
UNIVERSIDAD AERONÁUTICA EN QUERÉTARO (UNAQ)		Educación superior	Formación e instituciones educativas	Universidad pública del estado de Querétaro fundada en el año 2007, forma parte de la Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas, cuya misión es la de formar profesionales e investigadores para el sector aeronáutico, con valores, conocimientos, competencias y reconocimiento nacional e internacional, basado en un modelo educativo abierto, flexible, pertinente y

Dependencia	Origen	Giro	Actividades	Descripción de su actividad
				estrechamente vinculado, para el desarrollo social, económico y cultural de México. Oferta las carreras: Técnico Superior en Mantenimiento Aeronáutico Área Aviónica (TSUA), Técnico Superior en Mantenimiento Aeronáutico, Área Planeador y Motor (TSUM), Técnico Superior en Manufactura Aeronáutica, Área Maquinados de Precisión (TSUF), Ingeniera en Aeronáutica en Manufactura, Ingeniería en Diseño Mecánico Aeronáutico, Ingeniería en Electrónica y Control de Sistemas de Aeronaves, Maestría en Ingeniería Aeroespacial y, más de 180 cursos de educación continua en diferentes especialidades.
INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS SUPERIORES DE QUERÉTARO (UNIVERSIDAD ANÁHUAC)		Educación superior	Formación e instituciones educativas	Institución de educación superior que contribuye a la formación integral de líderes de acción positiva y promueve institucionalmente el auténtico desarrollo de la persona y de la sociedad. Ofrece las carreras en: Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica para la Innovación.
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE QUERÉTARO (UPQ)		Educación superior	Formación e instituciones educativas	Institución pública de educación superior que genera y difunde conocimiento, aporta capital humano como agente de cambio, coopera al desarrollo social, productivo, económico y tecnológico e impulsa la competitividad en un contexto global que contribuye al bienestar y desarrollo armónico del alumno y la sociedad, mediante la formación profesional integral, a través de un modelo educativo pertinente basado en competencias, centrado en el aprendizaje, vinculado al sector productivo con un equipo humano altamente capacitado y comprometido con la institución y su vocación de servicio
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE QUERÉTARO (CONCYTEQ)		Ciencia y tecnología	Organismo Público	CONCYTEQ fomenta y apoya la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación; así como la formación de recursos humanos de alto nivel y la difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología.

Fuente: Aeroclúster de Querétaro (2022)

Glosario

Concepto	Definición
Aprendizaje organizacional	<p>Es un proceso mediante el cual las entidades, grandes o pequeñas, públicas o privadas, adquieren y crean conocimiento, a través de sus trabajadores, con el propósito de convertirlo en conocimiento institucional, que le permita a la organización adaptarse a las condiciones cambiantes de su entorno o transformarlo. Existen dos rutas de aprendizaje organizacional: del individuo a la organización y de la organización al individuo. En el primer caso, conocimiento clave que está en los trabajadores se identifica, se hace explícito, se documenta e institucionaliza. En el segundo caso, conocimiento organizacional existente se facilita para que sea interiorizado por los trabajadores de la organización.</p> <p>El Aprendizaje Organizacional (AO) ha sido estudiado por un amplio número de teóricos e investigadores de escuelas y disciplinas divergentes. Todos ellos tienen diferentes puntos de vista pero llegan a conclusiones similares, entre ellas la más importante: el AO genera innovación y procesos de cambio, para bien, en los estilos de vida y actitudes del personal que integra las organizaciones.</p>
Cadena global de valor	<p>Secuencia de actividades que firmas y trabajadores realizan desde el diseño de un producto hasta su uso final (Gereffi y FernándezStark, 2011)</p>
Capacidad de absorción	<p>Habilidad de la organización para identificar el valor del conocimiento útil ubicado en su entorno, asimilarlo, transformarlo e integrarlo a su base de conocimientos, y así aplicarlo a través de los procesos y acciones relacionados con la innovación, la inversión I+D y la competitividad.</p>
Capacidades dinámicas	<p>Las capacidades de “construir, integrar y reconfigurar las competencias internas y externas para atender los cambios rápidos surgidos en el entorno”. Su rol principal modificar los recursos base existentes en la firma en búsqueda de la transformación intencional y la alineación con los supuestos estratégicos, extendiendo, modificando y creando capacidades ordinarias (Teece, 1997).</p>
Clúster	<p>Concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas que actúan en determinado campo.</p> <p>Existen Clusters integrados verticalmente en donde las industrias se enlazan a través de la cadena de suministros y clusters integrados horizontalmente en donde las industrias comparten una base común</p>

Concepto	Definición
	de conocimientos, un mercado similar para sus productos y utilizan tecnologías, recursos humanos y/o recursos naturales similares. (Porter, 1990)
Competitividad	<p>“La capacidad para sostener e incrementar la participación en los mercados internacionales, con una elevación paralela del nivel de vida de la población. El único camino sólido para lograrlo, se basa en el aumento de la productividad. (Porter, 1990)</p> <p>La competitividad es definida como el proceso de integración dinámica de países y productos a mercados internacionales, dependiendo tanto de las condiciones de oferta como de las de demanda (Dussel, 2001). La competitividad está relacionada con la capacidad de incrementar el nivel de vida de los habitantes, de generar incrementos sostenidos en productividad, de insertarse exitosamente en los mercados internacionales, entre otros (Padilla, 2006). La competitividad refleja la medida en que una nación, en un sistema de libre comercio y condiciones equitativas de mercado, puede producir bienes y servicios que superen la prueba de los mercados internacionales, al tiempo que mantiene e incrementa el ingreso real de su población a largo plazo (OCDE, 1996). El concepto de competitividad involucra componentes estáticos y dinámicos: aunque la productividad de un país está claramente determinada por la habilidad de sostener sus niveles de ingreso, también es uno de los determinantes centrales de los rendimientos de la inversión, el cual es uno de los factores clave para explicar una economía en crecimiento (World Economic Forum, 2009).</p>
Competitividad empresarial	<p>“Solleiro y Castañón (2005) señalan que la competitividad es la capacidad de una organización para mantener o incrementar su participación en el mercado basada en nuevas estrategias empresariales, en un sostenido crecimiento de la productividad, en la capacidad interempresarial para participar en negociaciones con diferentes instituciones y otras compañías dentro de su ambiente, en un ambiente competitivo determinado por el sector y el mercado de los consumidores y en políticas introducidas por los gobiernos nacionales y alianzas económicas regionales.</p> <p>La competitividad de las empresas depende de factores en tres niveles: el primer nivel es la competitividad del país, que incluye variables como la estabilidad macroeconómica, la apertura y acceso a mercados internacionales o la complejidad de la regulación para el sector empresarial; el segundo nivel se refiere a la infraestructura regional; un tercer nivel que explica la competitividad de las empresas tiene que ver con lo que ocurre dentro de la propia empresa (Cervantes, 2005). La competitividad empresarial se deriva</p>

Concepto	Definición
	de la ventaja competitiva que tiene una empresa a través de sus métodos de producción y de organización (reflejados en precio y en calidad del producto final) con relación a los de sus rivales en un mercado específico (Abdel & Romo, 2004).
Derramas de conocimiento	Flujos involuntarios de conocimiento que se dan cuando parte del conocimiento generado por una organización se derrama de sus límites y se vuelve disponible hacia otras organizaciones (Fosfuri y Tribo, 2005).
Desarrollo tecnológico	Uso sistemático del conocimiento y la investigación dirigidos hacia la producción de materiales, dispositivos, sistemas o métodos incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, procesos, productos, servicios o modelos organizativos (LCTI).
Empresa ancla	“Empresa con encadenamientos hacia adelante y o hacia atrás en la cadena de valor y con acceso a mercados finales que juegan un rol catalizador en el fortalecimiento de la cadena productiva”.
Empresas globales	Tiene capacidad suficiente como para actuar en cualquier país del mundo porque concibe todo el planeta como un mercado único. Las decisiones estratégicas básicas de una empresa global puede que se tomen en una única sede radicada en un país determinado, pero luego cada país adapta el servicio o el producto a la idiosincrasia, idioma, cultura, necesidades y expectativas concretas de los consumidores locales.
Empresas internacionales	Son importadores y exportadores, no tienen inversiones fuera de su país de origen.
Empresas multinacionales	Es una organización que cuenta con instalaciones y otros activos en al menos un país que no sea su país de origen. Dichas empresas tienen delegaciones, centros de producción o ambos en diferentes países y generalmente disponen de una sede central desde donde coordinan la gestión global.
Escalamiento o mejora	Capacidad que tienen los países, regiones o entidades para migrar hacia actividades de mayor valor en las cadenas globales de valor con la finalidad de incrementar los beneficios resultantes de participar en la producción global.
Industria líder	Es aquella que tiene algún tipo de preeminencia o supremacía sobre las restantes en el mercado en consideración, o que puede ejercer algún tipo de influencia sobre las restantes; existen diferentes tipos de liderazgo: a) de costos, cuando la firma en cuestión posee los costos más bajos y marca el piso del mercado en cuestión. b) de participación: se posee la mayor cuota o participación del mercado (por volumen de ventas o facturación); este tipo de liderazgo puede estar relacionado con el primero. c) barométrico: la empresa es la primera en tomar las decisiones y

Concepto	Definición
	<p>las restantes la imitan; se fundamenta en cierta superioridad en la disposición de los recursos humanos o en la obtención de información privilegiada o estratégica.</p> <p>d) tecnológico: supremacía en la tecnología disponible; normalmente se traduce en precios más elevados que los de la competencia, en función de la diferenciación de producto.</p> <p>e) de proyecto: cuando una firma posee la complejidad y envergadura estructural y financiera para encarar proyectos de gran escala, que en función de su dificultad inherente no pueden ser desarrollados por otras firmas</p>
Innovación	<p>Para Schumpeter (1934), la innovación se entiende como un proceso de destrucción creativa, que permite que la economía y los agentes económicos evolucionen; asimismo, es la forma en que la empresa administra sus recursos a través del tiempo y desarrolla competencias que influyen en su competitividad.</p> <p>Por su parte, la Unesco (1977) indica que la innovación involucra el empleo de los resultados de la investigación fundamental y aplicada en la introducción de nuevas aplicaciones o en la mejora de aplicaciones ya existentes.</p> <p>Basado en la definición de innovación de Schumpeter, el Manual de Oslo (2005) establece que una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo al mercado y la sociedad.</p> <p>La innovación es definida también como el proceso que permite conjugar habilidades y técnicas en función de dar soluciones novedosas a problemas particulares (Fagerberg et al., 2005).</p>
Innovación tecnológica	<p>Innovación que se distingue por una mejora o novedad en las características del desempeño de los productos o servicios, y su aplicabilidad en la práctica dependerá del grado en que dichas características y su grado de novedad sean un factor importante en las ventas de una empresa o industria concerniente (Manual de Oslo, 2018).</p>
PyMES	<p>Las pequeñas empresas son aquellos negocios dedicados al comercio, tiene entre 11 y 30 trabajadores o generan ventas anuales superiores a los 4 millones y hasta 100 millones de pesos. Son entidades independientes, creadas para ser rentables, cuyo objetivo es dedicarse a la producción, transformación y/o prestación de servicios para satisfacer determinadas necesidades y deseos existentes en la sociedad.</p> <p>Representan más del 3 por ciento del total de las empresas y casi el 15 por ciento del empleo en el país, así mismo producen más del 14 por ciento del Producto Interno Bruto.</p>

Concepto	Definición
TIER 1	Son generalmente los más grandes o las empresas más técnicamente capaces, en la cadena de suministro. Tienen las habilidades y recursos para el suministro de los componentes críticos que necesitan los fabricantes de equipos y se han establecido procesos para la gestión de proveedores en los niveles por debajo de ellos*. En algunas industrias, Empresas Tier 1 ofrecen un servicio de fabricación para el OEM, dejando el OEM para concentrarse en el montaje final o de marketing.
TIER 2	Fabricación y desarrollo de piezas según las especificaciones proporcionadas por los OEM y los proveedores Tier 1.
TIER 3	Responsable de suministrar productos básicos, componentes y otros servicios de valor agregado no esenciales.

Siglas y acrónimos

AIQG	Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CEDYTEQ	Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Querétaro
CENAM	Centro Nacional de Metrología
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIATEQ	Centro de Tecnología Avanzada
CIDETEQ	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica
CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
CIP	Clasificación Internacional de Patentes
COMEA	Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial
CONACyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (hoy CONAHCYT, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología)
CONALEP Querétaro	Colegio de Educación Profesional Técnica del Estado de Querétaro
CONCYTEQ	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro
FAMEX	Feria Aeroespacial Mexicana
FCCyT	Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología
FEMIA	Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial
FMI	Fondo Monetario Internacional
I+D	Investigación y desarrollo
I+d+i	Investigación, desarrollo e innovación
IATA	International Air Transport Association
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
ITESM	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
LCTI	Ley de Ciencia Tecnología e Innovación
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos
OEM	Original Equipment Manufacturer
OMPI	Organización Mundial de Propiedad Intelectual
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PEA	Población Económicamente Activa
PIB	Producto Interno Bruto
PIBE	Producto Interno Bruto Estatal
PyME	Pequeña y mediana empresa

SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SE	Secretaría de Economía
UAT – UNAM	Unidad de Alta Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México
UNAQ	Universidad Aeronáutica de Querétaro
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UPQ	Universidad Politécnica de Querétaro
WIPO	World Intellectual Property Organization