

CLÚSTERES AEROESPACIALES

Polo de desarrollo en Colombia

Compilador: Diego Morante



Clústeres aeroespaciales polo de desarrollo en Colombia/ Morante Granobles, Diego Fernando... [y otros 12]; Morante Granobles, Diego Fernando (Compilador) — Santiago de Cali : Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez", 2021.

156 páginas : ilustraciones blanco y negro, gráficos; 17 cm.

Incluye bibliografía al final de cada capítulo

ISBN: 978-958-53777-2-1 / ISBN PDF: 978-958-53777-3-8

1. Clústeres aeroespaciales 2. Desarrollo aeroespacial en Colombia 3. Tecnologías digitales

i. Morante Granobles, Diego Fernando (autor) ii. Delgado Martínez, Julián Andrés (autor) iii. Baquero Carrillo, Daniel Mauricio (autor) iv. Giraldo Martínez, Guillermo Alonso (autor) v. López, Wilson Estiven, (autor) vi. Gómez Ruge, Andrea Carolina (autor) vii. Hernández Henao, Juan Esteban, (autor) viii. Rodríguez Pirateque, Germán Wedgue, (autor) ix. Díaz Ángel, David, (autor) x. Correa García, Jorge Alberto, (autor) xi. Pacheco, John Franklin, (autor) xii. Ramos Moreno, Sebastián, (autor) xiii. Torres Gil, Karen Daniela, (autor) xiv. Colombia. Fuerza Aérea Colombiana. Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez" (EMAVI) xv. Morante Granobles, Diego Fernando (compilador).

HC 79.D5 C58 2021
338.6--23

Registro Catálogo SIBFA 119263

Archivo descargable en formato MARC en: <https://tinyurl.com/emavi119263>



©Escuela Militar de Aviación
"Marco Fidel Suárez" (EMAVI)

Dirección

CR. Oscar Mauricio Gómez Muñoz

Subdirección

CR. Jorge Andrés Henao Bohórquez

Comando Grupo Académico

TC. Yadira Cárdenas Posso

Jefe Sección Investigación

TE. Andrea Carolina Gómez Ruge

Coordinadora Editorial

PS. Jennifer J. García Saldarriaga

Sección Investigación EMAVI

Carrera 8 # 58-67 (La Base)

Cali-Colombia

Teléfono: +57 (2) 488 1000, Ext. 1871

Email: gestion.investigacion@emavi.edu.co

Corrección de Estilo: Ingrid Melissa Blanco Carreño

Diseño Editorial: Xpress Estudio Gráfico y digital

Publicado en Colombia—Published in Colombia

La publicación de este libro se aprobó luego de superar un proceso de evaluación doble ciego por dos pares expertos.

Las instituciones editoras de esta obra no se hacen responsable de las ideas expuestas bajo su nombre, las ideas publicadas, los modelos teóricos expuestos o los nombres aludidos por los autores. El contenido publicado es

Contenido

Introducción	5
CAPÍTULO 1	
Desarrollo de clústeres aeroespaciales	7
Revisión de la literatura	9
Desarrollo	9
Iniciativas de clústeres aeroespaciales en Colombia.....	20
Conclusiones	22
Referencias	23
CAPÍTULO 2	
Clústeres aeroespaciales para la creación de nuevas tecnologías	29
Estrategias	33
Innovaciones tecnológicas	34
Gestión tecnológica.....	34
Clúster	36
Sector aeroespacial.....	37
Difusión de las tecnologías.....	39
Modelos de gestión	40
Clúster	40
Beneficios del clúster.....	42
Conclusiones	43
Referencias	44
CAPÍTULO 3	
Clústeres y su importancia para el desarrollo aeroespacial en Colombia	47
Revisión de literatura.....	48
Tipos de clúster	49
Clústeres aeroespaciales en Colombia	64
Conclusiones	67
Referencias	68

CAPÍTULO 4	
Clúster aeroespaciales y sus estructuras organizacionales	71
Revisión de literatura.....	72
Desarrollo	76
Conclusiones	87
Referencias.....	87
CAPÍTULO 5	
Entorno Latinoamericano y factores económicos en el desarrollo espacial colombiano	91
Conclusiones	111
Referencias.....	113
CAPÍTULO 6	
Tecnologías digitales emergentes y su influencia en el desarrollo aeroespacial	117
Computación en la nube	118
Internet de las cosas	120
Big data.....	123
Inteligencia artificial (IA).....	126
Conclusiones	140
Referencias.....	143

Introducción

DIEGO MORANTE

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—

Fuerza Aérea Colombiana

Este libro es fruto de la compilación de trabajos colaborativos realizados con los cadetes de los cursos 88, 89 y 92 del programa de Administración Aeronáutica-PAAER, como asistentes de investigación y aportes de oficiales investigadores y docentes de la FAC en el proyecto denominado “Estrategias para la promoción e impulso para el desarrollo de procesos administrativos y logísticos que permitan la promoción e impulso de la industria aérea, espacial y de defensa”.

Resultado de estos trabajos se presenta este libro, como iniciativa a realizar aportes que contribuyan al fortalecimiento del sector Aeronáutico y Espacial en Colombia y sus regiones como fuente de consulta y análisis de fácil comprensión y lectura a interesados en el tema y comprometidos con el desarrollo de este sector desde la academia, Gobierno, empresariado y sociedad.

En un mundo cada día más globalizado, las dinámicas de transformación productiva están avanzando vertiginosamente donde los factores productivos cada día se vuelven más especializados y competitivos, con alto grado de inversiones económicas en tecnologías e innovación, con personal altamente capacitado en nuevas tecnologías como la industria 4.0, además, con los compromisos con el desarrollo sostenible y la economía circular, generando proyectos con alto valor agregado, lo que implica para los actores de la quinta hélice (gobierno, academia, empresarios, sociedad y sostenibilidad) mayores exigencias, compromiso y responsabilidad que permita promover el desarrollo de este sector a nivel nacional y con proyección internacional, pero también generando oportunidades a las empresas por medio de servicios, tecnología, capacitación, de acuerdo a los requerimientos del mercado mundial que puedan conformar y desarrollar este sector Aeronáutico y Espacial.

A continuación, se realiza una síntesis de los capítulos que conforman este libro:

El Capítulo 1 aborda el conocimiento de los antecedentes de los clúster aeroespaciales representativos de los siguientes países: España, México, Brasil, Italia y Canadá, y como estos han representado la industria aeroespacial en sus economías e impactado el desarrollo de las regiones, el nacimiento y crecimiento del sector industrial y por ende el progreso de la calidad de vida de la población, lo que ha permitido aportar

al desarrollo del sector Aeronáutico y Espacial y las oportunidades estratégicas para el desarrollo de las iniciativas clúster en Colombia.

En el Capítulo 2, se trata de mostrar que el logro y desarrollo de los clústeres en el futuro corresponde a la creación de nuevas tecnologías en el país y convertirse en un referente y atractivo de inversión en diseño, producción de aeronaves, partes aeronáuticas y espaciales, a nivel regional, nacional e internacional, para que la industria colombiana vea la oportunidad de crecer en este sector.

El Capítulo 3 analiza los clústeres de diferentes países reconocidos a nivel mundial por sus modelos de gestión y desarrollos tecnológicos, e igualmente características como sus antecedentes, producción, estructuración y componentes más importantes desde el punto de vista de la gestión competitiva, tecnológica y de la innovación.

El Capítulo 4 se refiere al estudio de estructuras organizacionales de diferentes clústeres a nivel internacional y nacional, se pretende identificar una estructura que se ajuste a la industria nacional del sector Aeronáutico y Espacial; para que se pueda lograr ser proveedores de partes, componentes y repuestos tanto del sector público y privado, de tal forma, que se puedan sustituir parte de las importaciones y permita el desarrollo del sector productivo y generar ahorros significativos para el Estado colombiano.

El Capítulo 5 aborda el entorno Latinoamericano y factores económicos en el desarrollo espacial colombiano, exponiendo el análisis de las principales variables económicas para el desarrollo de las capacidades satelitales y una breve descripción de sus agencias espaciales, con el fin de ilustrar la importancia que tiene este sector e igualmente la valoración y prospectiva de la economía espacial en Colombia.

Por último, el Capítulo 6 presenta un análisis conceptual sobre como el uso de tecnologías digitales emergentes como cloud computing, big data, inteligencia artificial y el internet de las cosas están impactando al mundo actual y las organizaciones, su influencia en la integración, cooperación e inteligencia colectiva como medios de evolución organizacional en el desarrollo aeroespacial.

Metodológicamente, la investigación que se desarrolló es de tipo exploratoria, descriptiva y documental, a través de la búsqueda, recopilación y análisis de la información por medio de artículos, revistas, prensa, páginas web, bases de datos; los métodos utilizados fueron deductivo, análisis y síntesis.

Consideramos que lo aportado en el desarrollo de este libro sea un referente para mostrar a las empresas, academia, gobierno y a la sociedad, las oportunidades que presenta el sector Aeronáutico y Espacial en las regiones y en Colombia, que no pueden ser ajenas a ellas, más todavía a los cambios que se están desarrollando en todos los sectores a nivel mundial y en la que debemos de prepararnos para enfrentar los desafíos que se avecinan.

CAPÍTULO 1

.....

Desarrollo de clústeres aeroespaciales

DIEGO MORANTE

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—

Fuerza Aérea Colombiana

MY. JULIÁN DELGADO, EMAVI

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—

Fuerza Aérea Colombiana

ST. DANIEL BAQUERO

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—

Fuerza Aérea Colombiana

Introducción

Un clúster permite unir fuerzas entre diferentes empresas para lograr un fin determinado, teniendo como ventaja la facilidad de realizar proyectos en colaboración e investigación, permitiendo unir fuerzas para cumplir con su propósito, generando a nivel mundial desarrollos para la fabricación y avance de nuevas tecnologías, creando nuevas estructuras organizacionales articuladas, efectivas y eficientes.

Existe una tendencia mundial para la conformación de clústeres aeroespaciales, gracias a su creación, se ha podido obtener un desarrollo y un avance tecnológico dentro de la industria aeroespacial en los últimos años con proyectos que han brindado desarrollo que han abierto puertas en los mercados internacionales, debido a que los desarrollos que se llevan a cabo, permiten que estudiantes de ingeniería y otras especialidades apliquen sus conocimientos en proyectos de interés, brindando las instalaciones, herramientas y conocimiento para el diseño y desarrollo, además, de brindar la oportunidad de especializarse en áreas de interés, fortaleciendo el capital humano para el desarrollo de la industria aeroespacial.

Colombia, no puede ser ajena a esta tendencia, las facilidades de una posición geográfica que facilita las exportaciones e importaciones de componentes y partes, como también mano de obra calificada, deben dar lugar a iniciativas que generarán empleos y desarrollo para el país, uniendo capacidades del sector público y privado para generar ideas y compartir recursos en pro del avance de la industria aeronáutica nacional.

El tejido industrial aeronáutico de las regiones del país requieren reducir brechas para proyectar a Colombia como un HUB tanto de manufactura, como de mantenimiento, aprovechando la posición estratégica a nivel geográfico, infraestructura aeroportuaria, la experiencia en la manufactura de ultralivianos y la experiencia en procesos de certificación y fabricación de componentes aeronáuticos que tiene la FAC como autoridad de aviación del Estado y la voluntad empresarial de las pymes relacionadas con el sector que se están organizando bajo el modelo de clusterización, con el objetivo de hacerle frente a la demanda creciente de bienes y servicios aeroespaciales en Latinoamérica y el Caribe, buscando como socios estratégicos a grandes fabricantes internacionales (Manzo Martínez, 2019).

En este capítulo, se realiza una búsqueda de información con respecto a los antecedentes que tienen los clústeres aeroespaciales tales como: historia, conformación, desarrollo de la economía, los avances que ha tenido la industria aeronáutica. Por otro lado, se tiene en cuenta la fabricación de las partes y los procesos que se llevan a cabo, como el ensamble, fabricación de estructuras, mantenimiento, diseño y desarrollo, entre otros.

La metodología realizada en esta investigación es de tipo documental a través de la búsqueda, recopilación y análisis de la información por medio de artículos, revistas, prensa, páginas web de los clústeres representativos del sector; sintetizando los beneficios para el desarrollo del sector, igualmente, se consultó con la experiencia de expertos que han venido desarrollando sus actividades en el sector aeroespacial.

Finalmente, se pretende identificar los antecedentes que tienen los clústeres aeroespaciales, exponiendo los países que han sido importantes para el desarrollo del clúster aeroespacial, igualmente, se presenta el impacto que han tenido estas iniciativas en la sociedad.

Revisión de la literatura

El clúster es un sistema al que pertenecen empresas y ramas industriales que establecen vínculos de interdependencia funcional para el desarrollo de sus procesos productivos y para la obtención de determinados productos (Florían Plasencia, 2018), igualmente se define, según Porter (1998), como un conjunto o grupo de empresas pertenecientes a diversos sectores, ubicadas en una zona geográfica limitada. Para Perego (2003), están interrelacionados mutuamente en los sentidos vertical, horizontal y colateral en torno a unos mercados, tecnologías y capitales productivos que constituyen núcleos dinámicos del sector industrial, formando un sistema interactivo en el que, con el apoyo decidido de la administración, pueden mejorar su competitividad.

Los clústeres facilitan la ubicación de las empresas geográficamente, de un sector específico de la economía, reuniendo a proveedores, servicios, productores, compradores, empresas de sectores transversales y asociados (gobiernos locales, universidades, centros de investigación, empresas certificadoras, asociaciones comerciales), que compiten y cooperan en un campo económico específico. La concentración geográfica permanente entre los participantes, cuando se desea, puede ser un factor que favorece la creación y difusión del conocimiento. De hecho, de esta manera, la política gubernamental de algunos países ha tenido el objetivo de acentuar, a través de mecanismos etiquetados por clústeres, la aglomeración de participantes que puedan innovar conjuntamente, con la esperanza de que su proximidad geográfica, como facilitadora de interacciones, desempeñe un papel beneficioso en los términos de apoyo organizacional (Levy & Talbot, 2015).

Respecto a la industria aeroespacial, esta se ocupa del diseño, fabricación, comercialización y mantenimiento de aeronaves como aviones, helicópteros, vehículos aéreos no tripulados, misiles, naves espaciales y cohetes, así como de equipos y sistemas específicos asociados a la propulsión, sistemas de navegación. Asimismo, los sectores económicos, como la industria aeronáutica, automovilística y espacial, están estrechamente ligados a las actividades de abastecimiento de materiales militares, y a su consiguiente uso con fines de defensa (Wikipedia, 2021). Por lo tanto, la industria aeroespacial es dinámica, demandando avances tecnológicos continuos y nuevas capacidades para satisfacer las necesidades del mercado y de seguridad nacional (Puente, 2019).

Desarrollo

Cuando se integra la economía espacial con la economía aeronáutica, conforman el sector aeroespacial, en el cual los temas de defensa juegan un papel importante, y juntos generaban un ingreso por 685.6 Billones de USD de acuerdo a estadísticas de

Deloitte Global del año 2017, en el que 361.5 billones de USD correspondía a ingresos generados por aspectos de defensa y 323,1 billones de USD eran operaciones comerciales (Deloitte, 2018).

El sector aeroespacial a nivel global se ha caracterizado por sus altos capitales de inversión en infraestructura, recurso humano y uso intensivo de conocimiento en la generación de nuevas tecnologías aeronáuticas y espaciales. Con altos estándares de seguridad y calidad en el diseño, fabricación, operación y mantenimiento de productos para este tipo de industria (Murcia, 2014). La confiabilidad, eficiencia, investigación, desarrollo e innovación son los factores que los han sostenido vigentes y en continua evolución, garantizando su competitividad y posicionamiento en el mercado civil, y garantizando la generación de ventajas militares, la efectividad logística y operacional en el área de operaciones aéreas en temas de defensa.

La industria aeroespacial es una de las más avanzadas, se proyecta que la demanda en un periodo de 20 años se duplique. Actualmente la cabeza de esta industria se encuentra en Estados Unidos y Europa seguida de China, Canadá, Japón y Brasil.

A continuación, se analizan algunos de los clústeres aeronáuticos y espaciales destacados a nivel mundial.

Clúster en Italia

Surge desde el año de 1951, debido a la conformación de pequeñas empresas no menores a 100 personas; estas pequeñas empresas tenían una mano de obra artesanal, con bajos salarios y bajos índices de productividad. Estos clústeres ubicados en Italia han generado nuevas culturas, tradiciones y políticas. Italia ha sido un pionero en distritos industriales, caracterizando a las sociedades aledañas al clúster que tienen una organización bien estructurada, generando un desarrollo industrial fuerte contribuyendo a un crecimiento económico (Sforzi, 2008).

En los años noventa, los clústeres italianos han tenido competidores más fuertes debido a la globalización, generando costos muy inferiores en su producción, por lo que se vieron obligados a acabar con parte de su producción y bajar costos para generar mayor bienestar (Becattini, 1988). Dentro de los distritos industriales italianos el que ha dado mayor relevancia referente al clúster son las investigaciones de Sforzi, que ha desarrollado una metodología de investigación diferente donde crea un sistema de localidades de trabajo bien definidas, estas interactúan entre sí, esto es lo que hace la diferencia del resto de los distritos (Sforzi, 2008).

Dentro de la producción aeroespacial en Italia se encuentra el clúster Aerospace Lombardia (European Aerospace Clúster Patnership, 2020) el cual cuenta con más de 15.000 empleados, 40 institutos públicos de investigación y 25 empresas grandes de investigación. Entre estas principales instituciones se encuentra el Politécnico de Milán, el Observatorio de Brera, la Universidad de Milán.

Esta institución está creada para solucionar los problemas que tienen los pilotos en su formación dentro de la parte técnica de las aeronaves, también en la creación de helicópteros para uso civil o militar. Se desempeña en generar nuevas tecnologías de navegación y comunicaciones, no solo en aeronaves sino también en satélites, desarrollando nueva aviónica y con mejores tecnologías (European Aerospace Clúster Patnership, 2020).

Lombardia se caracteriza por ser socio de la Red de Regiones Europeas NEREUS, tiene grandes proyectos a futuro, entre esos trabajar con otras compañías de otros países, con otros cluster aeroespaciales, en este caso alemanes (European Aerospace Clúster Patnership, 2020).

Clúster España

Cuenta con grandes industrias aeronáuticas y espaciales, que trabajan sinérgicamente buscando siempre el avance y descubrimiento de nuevas tecnologías; la mayor concentración de industrias aeronáuticas se encuentra en Madrid, seguida por Andalucía y el País Vasco (Espina Montero, 1995). Las empresas aeronáuticas se han posicionado como cabeza en la construcción de diferentes estructuras como turbinas de baja presión, sistemas de control de tráfico aéreo, aviones de reabastecimiento de vuelo, materiales compuestos, sistemas de aeronaves no tripuladas, entre otros (Espina Montero, 1995).

En España están establecidas grandes empresas de la industria aeronáutica, tales como Airbus, Tier-1, ITP, Aernnova y Alestis. La primera ha sido fundamental para el crecimiento aeronáutico, como el Airbus 380 que se desarrolla en un 10 % dentro del país, y se tiene presupuestado que el Airbus 350 se desarrolle en un 9 % (Espina Montero, 1995). Dentro de la industria, en el área militar, se observa que es muy importante en la parte final del ensamble del Airbus A400M, este se lleva a cabo en España, aviones como el MRTT, Eurofighter Typhoon y los helicópteros Tigre, NH-90 y EC-35 también son ensamblados y fabricados en este país, generando grandes ingresos para la región y generando un crecimiento notable a los clúster aeroespaciales de España (Espina Montero, 1995).

La historia del clúster aeronáutico Hélice (2020) empieza cuando se da inicio a las actividades aeronáuticas, justo siete años después del primer vuelo de los hermanos Wright, donde se crea el primer aeródromo militar en Andalucía y se realiza el primer vuelo en este; es aquí donde se empieza a ver la importancia que traería para la zona un desarrollo aeronáutico. A finales de los años 50 la industria había empezado a tomar forma hasta que se dio la construcción del avión Airbus A400M.

El clúster Basque Aerospace Hegan (2020), es una asociación privada del País Vasco, encargada del desarrollo aeroespacial de la región y de apoyar la competitividad del sector aeronáutico. La historia del clúster Hegan está ligada al desarrollo aeroespacial que se presentó en la región del País Vasco, remontándose al año 1966 cuando surge la compañía SENER, la cual realiza alianza con la empresa ESA para la creación y desarrollo de los proyectos tales como Ariane, la sonda llamada Ulises, y el laboratorio espacial Spacelab.

Luego recobra importancia cuando es nombrado socio del consorcio europeo representando a España, para comenzar los trabajos sobre el motor EJ200. Posteriormente el Gobierno Vasco empieza a liderar proyectos en las empresas y los empieza a apoyar, para generar un mayor progreso de la industria aeronáutica.

El clúster busca en términos de calidad, asegurar sus procesos de creación e innovación, como también mejores mercados de esta industria para poder aumentar el potencial tecnológico del clúster aeroespacial, realizando estudios de viabilidad de nuevos segmentos dentro de la industria aeroespacial (Helice Cluster, 2020).

Clúster de Canadá

El clúster aeroespacial de Quebec está conformado por contratistas, empresarios e instituciones educativas, los cuales conforman un grupo de trabajo con mano de obra calificada y especializada para procesos de investigación y producción; entre las instituciones que lo conforman se encuentra la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), el Consejo internacional de aviación de negocios y la organización de civil internacional (Morante & López, 2018).

Con la conformación de grandes empresas estas facilitaron el desarrollo de proyectos y nuevas tecnologías para el sector con calidad y un trabajo garantizado, la actividad aeroespacial que se lleva a cabo en este clúster es de talla mundial, se encuentra calificado como líder del mundo junto con Toulouse y Seattle.

El clúster está representado en 215 empresas, más de 43.500 trabajadores, generando 12.000 millones de venta de las cuales el 80 % de estas provienen de las exportaciones realizadas por el sector aeronáutico. Esta industria genera el 50 % de las ventas aeroespaciales generadas en Canadá, el 50 % de los empleos en la región y el 60 % de los gastos de investigación que aporta el gobierno en pro del desarrollo industrial (Hualde & Carrillo, 2007).

La industria aeronáutica canadiense se encuentra dividida en tres sectores: aeronáutico, defensa y espacial. Dentro del sector aeronáutico se encuentra la empresa Bombardier que es una de las principales, dedicada a la construcción de aeronaves, generando el 45 % de las ventas de la industria aeronáutica del país, en este sector se encuentran aproximadamente 30 empresas que generan el 90 % de los ingresos económicos a nivel nacional (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa, 2006).

Dentro del sector espacial se encuentra el perfeccionamiento de tecnologías de voz para la comunicación y la navegación, también el desarrollo de artefactos robóticos e instrumentos para la navegación. En el sector defensa se encuentra referenciado el 15% de las actividades de desarrollo aeroespacial en Canadá teniendo presupuesto determinado por el gobierno para investigaciones aeronáuticas.

Desde el año 1990, la industria aeronáutica se ha doblado en ventas, y Canadá es una de las grandes potencias para el desarrollo de esta, alcanzando ventas superiores a 18.000 millones de dólares canadienses; la industria canadiense es líder en la creación de aviones regionales, simuladores de vuelo, trenes de aterrizaje de helicópteros

comerciales y aplicaciones espaciales (Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa, 2006).

También es líder en competitividad en el ensamble de estructuras, sistemas de distribución de energía entre las aeronaves, controles electrónicos de las mismas y sistemas de telecomunicaciones y navegación, además, presta servicios de reparación de las aeronaves y mantenimiento.

Bombardier y Bell Helicopter Textron Canada, son empresas especializadas en el desarrollo de aeronaves regionales para los negocios y comerciales apoyados por los clústeres de Canadá; en 1992 se da un gran paso dentro del mercado debido a que la empresa Bombardier lanza un proyecto que revolucionó la industria aeronáutica civil, dando la oportunidad a muchas aerolíneas para adquirir una aeronave de nivel ejecutivo.

Clúster México

Es un país con una destacada participación en la industria aeronáutica mundial, por su aporte a la creación, manufactura y reparación de aeronaves; posee centros de prueba, centros de capacitación para aerolíneas con aviones de tipo comercial y militar; existen 287 empresas dedicadas a la industria aeronáutica, ubicadas en cinco estados de México, empleando más de 32.600 empleados profesionales. La ubicación geográfica de México permite que este país tenga los corredores que son vitales para la industria aeronáutica, entre los cuales se encuentra Estados Unidos y el continente asiático, utilizando a México como centro logístico para estas dos importantes potencias (Rico Galeana, 2018).

Tiene grandes fortalezas dentro del sector industrial, produciendo vehículos y maquinaria eléctrica, lo anterior hace que tenga una plataforma de manufactura avanzada que favorece el desarrollo del país, en este caso por el sector de la industria aeroespacial (Vázquez & Bocanegra, 2018).

Ha demostrado confiabilidad en el caso de las exportaciones, catalogando a este país como una zona geográfica apropiada para la oferta de servicios y la manufactura de bienes, mostrando el interés de otros países por tener relaciones económicas con México; además, cuenta con universidades altamente calificadas que permiten formar profesionales para realizar una manufactura avanzada, centros de investigación para producir materiales altamente calificados para la provisión de aeronaves (Vázquez & Bocanegra, 2018).

México posee cinco clústeres aeroespaciales apoyados por el gobierno para el desarrollo industrial aeroespacial, realizando una agrupación de empresas, facilitando recursos para su desarrollo y para el mejoramiento de la calidad de la educación y la investigación.

El primero es el clúster de Baja California, desarrollado hace más de cuatro décadas, empezando por actividades de manufactura, es uno de los más importantes del clúster aeroespacial de México, compuesto por 76 empresas enfocadas al desarrollo aeroespacial; registra de 1.533 millones de exportaciones anuales, que son enviadas a Estados Unidos, Canadá, Francia, Inglaterra, Alemania, entre otros países. Desde el año 2002 el crecimiento

de las exportaciones se ha incrementado en gran parte colocando a este clúster en los primeros lugares dentro de la industria aeroespacial (Hualde & Carrillo, 2007).

Crece el apoyo recibido por entidades educativas, por el gobierno y por empresas de la industria, llevando a que este clúster desarrolle sus capacidades de innovación en la creación de fuselajes y plantas de poder. Baja California tiene más de 24.300 estudiantes de ingeniería desarrollando proyectos; las empresas que componen el clúster aeroespacial están especializadas en el desarrollo del talento humano que permita optimizar la calidad y el desempeño de los productos de la región (Hualde & Carrillo, 2007).

El clúster aeronáutico de Chihuahua es otro conjunto de empresas que trabajan en pro del desarrollo aeronáutico en México, Por su capacidad industrial y de manufactura avanzada en los grupos de investigación se considera con el mayor desarrollo dentro del sector aeronáutico en México, compuesto por cinco OEN y 37 proveedores certificados. Entre los cinco está Cessna, en donde se producen arneses eléctricos, alas y cabinas. Empresa encargada del desarrollo de la aviación comercial privada en esta sesión durante un proceso de ensamblaje, procesos de laminado, remachado y aplicación de compuestos químicos; se generan alrededor de 900 empleos, fue la primera empresa en México donde se registraron patentes aeroespaciales (Hualde & Carrillo, 2007).

Otra de las empresas del clúster es Beechcraft, especializada en el diseño de aeronaves privadas y en la industria militar, tiene un alto desempeño en el desarrollo de fuselajes, alas, cabinas en remachado y ensamblaje para las aeronaves; en esta empresa se generan alrededor de 940 empleos (Beechcraft, 2020).

La empresa Textron, se desarrolla dentro de la producción y el ensamblaje de fuselaje para los helicópteros; desempeñándose dentro del mercado comercial y militar, tiene procesos como la aplicación de componentes químicos, ensamblajes eléctricos y electrónicos, mecánicos y estructurales, que generan alrededor de 500 empleos, de esta manera se lleva a cabo el ensamble de más del 60% del proceso total de los helicópteros (Textron International Mexico, 2020).

La empresa Aerospace Honeywell, especializada en la construcción de motores y turbinas para la aviación comercial y militar; sus plantas se encuentran en Chihuahua y son catalogadas como las plantas de mayor precisión de América, en procesos como maquinados de alta precisión, tratamientos térmicos superficiales, en donde se generan más de 1.500 empleos anuales (Aerospace Honeywell, 2020); EZ Air Interior Limited, compuesta por la empresa Embraer, donde se llevó la fabricación de cabinas en los dos modelos 130 y 190, en Embraer se manejan los procesos de ensamble, arneses, materiales compuestos, maquinado y sheet metal; en esta compañía se generan alrededor 450 empleos anuales.

Las partes que se diseñan en Chihuahua, que son ensamblados, corresponden a la aeronaves regionales comerciales y militares de 12 países y 60 aerolíneas a nivel mundial, además, lo que corresponde a la educación, Chihuahua cuenta con centros de investigación de alto nivel para la industria aeronáutica, así como escuelas técnicas, diseñados y enfocados para generar avances dentro del mismo sector; cuenta con un

centro especializado de nanotecnología y metrología lo que le ha permitido ser capaz de soportar una demanda a nivel mundial.

El clúster de Sonora se ha convertido en un centro especializado de manufactura de turbinas, alabes y aeromotores. Las capacidades del clúster empezaron con el ensamble de electrónicos como conectores y arneses, pero se ha preocupado por avanzar en otros campos como la utilización de materiales compuestos, el diseño de crear estructuras y el desarrollo de algunos procesos especiales para la construcción de estas máquinas.

El clúster de Sonora cuenta con el desarrollo de procesos de fundición a presión, a la cera perdida y en molde de arena, algunos tratamientos térmicos y superficiales. Este clúster cuenta con entidades y empresas que apoyan el sector aeroespacial, exporta a Estados Unidos que es su mayor cliente.

Con el deseo de expandir la industria aeronáutica, se crea el Instituto de Manufactura Avanzada y Aeroespacial de Sonora (IMAAS), este instituto fue creado con el énfasis en el ensamble de estructuras y maquinados, también estudia materiales compuestos y tooling, con el fin de formar a los ingenieros en estos campos para que ayuden al sector aeronáutico que aporta favorablemente a éste clúster, este intenta maximizar el nivel de fabricación de los alabes y las turbinas, tomando por la geografía y la capacidad que tienen el talento humano de la zona que siempre va en pro de los avances dentro de la industria aeronáutica (Vázquez & Bocanegra, 2018).

El clúster de Querétaro es un punto estratégico para la industria aeronáutica, debido a las inversiones realizadas en los últimos años. Los antecedentes de este clúster se remontan al año de 1940 donde se da origen dentro de la industria textil, así como la de alimentos y bebidas. Entre los años 1960-1990 se incorpora a la industria metalúrgica, empezando su desarrollo en los aspectos de mecánica, electrónica, química, materiales con caucho y plástico, y entre los años 1990-2000 se empieza a realizar una unión con las industrias aeroespaciales con el interés de trabajar con este clúster, debido a sus avances industriales, haciendo la alianza con más de 30 empresas del sector.

Desde hace 40 años existían empresas aeronáuticas, pero en el año 2006 una de las mejores empresas decide crear el clúster de Querétaro, trayendo consigo un incremento en los sectores económicos del Estado; José Calzada, gobernador que lideraba la creación del parque industrial especializado en el sector aeronáutico, genera la iniciativa de crear una universidad especializada en ese tema con laboratorios para el desarrollo científico y un aeropuerto internacional en compañía de diferentes empresas interesadas en invertir en el parque, pero existía una preocupación por encontrar el personal capacitado para poder trabajar dentro de las instalaciones del parque, así es como grandes empresas apoyaron ese proyecto para formar este personal, dando así el inicio el Clúster de Querétaro.

El 5 de noviembre de 2012, el Aeroclúster de Querétaro se constituye como una asociación civil, que bajo el concepto de la triple hélice busca apoyar al desarrollo del sector aeroespacial de la región; es una asociación reconocida por proveer un alto valor a

sus miembros y aliados, que impulsa y fortalece el desarrollo sustentable de la industria aeronáutica y espacial del estado de Querétaro a nivel nacional e internacional..

Los procesos y productos aeroespaciales más relevantes que se manejan en este estado son el diseño de frenos, componentes para las turbinas y componentes de materiales compuestos para las aeronaves.

Querétaro cuenta con un número alto de empresas dedicadas a la industria aeroespacial de México, ha sido un ejemplo para los otros clústeres de tal forma que ellos adaptaron su manera de investigación, tomando de ejemplo al clúster de Querétaro para el desarrollo de sus proyectos; además desde el año 2002, Querétaro cuenta con un crecimiento sostenido por el apoyo y el direccionamiento que llevaban a cabo los clústeres de la industria aeroespacial.

Por lo anterior Querétaro es uno de los clústeres más desarrollados del mundo, una potencia dentro de la industria aeronáutica que cuenta con lugares especializados en la producción en el desarrollo de nuevas tecnologías e innovación, además, con centros especializados para la educación del personal altamente calificado y con una calidad de trabajo que le permite a la industria de Querétaro estar en pro del desarrollo.

Para esto tiene el apoyo de la empresa Bombardier, especializada en la fabricación de aeronaves, el objetivo del clúster es generar un avión totalmente ensamblado en México y que este sea un puente para abrir el comercio hacia Estados Unidos.

Por último, el clúster de Nuevo León, un estado que ha tenido un desarrollo importante dentro de la industria aeronáutica, es líder en manufactura avanzada, debido al capital humano que éste posee, permite hacer exportaciones a Estados Unidos (Carro Acoltzi, 2010). Aporta el 8% del Producto Interno Bruto nacional y el 11% de todos los bienes manufacturados en México, no sólo se desempeña en estructuras aeronáuticas sino también en el diseño de automóviles, electrodomésticos y metales (Hernández et al., 2014).

La industria en Nuevo León tiene antecedentes de más de 100 años (Rojas Sandoval, 2010), pero en los últimos años ha evidenciado un crecimiento que le ha permitido ser una de las industrias aeronáuticas más avanzadas, capaz de competir dentro del mercado aeronáutico, cuenta con 28 empresas aportando 650 millones de dólares anuales (Hernández Chavarria, 2017).

El clúster aeroespacial de Nuevo León es uno de los pocos que tiene 100% capital mexicano, tiene empresas que han marcado la tecnología global, como por ejemplo FRISA, que innovó colocando anillos forzados a la estructura de los motores aeronáuticos del mundo (Vázquez & Bocanegra, 2018).

El principal objetivo del clúster de Nuevo León es fomentar la integración y el crecimiento del sector aeroespacial en México, teniendo como propósito que los proyectos sean 100% mexicanos, que tengan la capacidad de competir con la economía mundial en el sector aeronáutico y poder exportar componentes aeroespaciales a lugares como Estados Unidos y Europa, países líderes del mercado (Manzo Martínez, 2019).

Otra de las principales fortalezas de este clúster es que cuenta con centros especializados en la reparación de aeronaves, tienen un aeropuerto transnacional, el único privado en México en donde se realizan las reparaciones y se guardan materiales para las aeronaves, considerado el segundo más grande en México y Centroamérica para las operaciones dentro de la aviación (Vázquez & Bocanegra, 2018).

Gracias al desarrollo que tiene el clúster de Nuevo León, este le ha dado un realce a su población, logrando ser la capital de los negocios en México, lo que le convierte en atractiva para grandes empresas y corporaciones para realizar sus proyectos, gracias también a la alta calidad de las instituciones educativas, enfocando siempre a los alumnos en pro del desarrollo industrial y aeronáutico.

La educación es fundamental para el desarrollo de la industria aeronáutica, desde la Universidad Autónoma de Nuevo León se han desarrollado proyectos que han ayudado a los estudiantes a mejorar sus cualidades como ingenieros, reestructurando sus programas y brindando tres especialidades que pueden contribuir al desarrollo del clúster aeroespacial: diseño y manufactura, mantenimiento de aeronaves y transporte aéreo (González Apaolaza, 2012).

También cuenta con la Institución de Estudios Superiores de Monterrey, donde se puede realizar una maestría con doble titulación en compañía de la Universidad Steinbeis de Berlín, Alemania, además, con escuelas técnicas para desarrollar las carreras y especialidades de motores y maquinado (Universidad Steinbeis, 2021).

El clúster aeroespacial de León ha tenido importantes avances dentro de su historia, como la creación del Centro de Investigación e Innovación en Aeronáutica, inaugurándose en el año 2002, con una inversión de 20 millones de dólares para su construcción, tiene integrados laboratorios para la investigación y construcción de materiales avanzados, simuladores de vuelo y un túnel de viento, para la prueba en el área de creación de estructuras (Velázquez Flores & León Valdez, 2016).

Además del sector aeronáutico también se articulan empresas especializadas en otras áreas como el sector automotriz y el sector médico que permiten un mejor desarrollo y aportan para el desarrollo de las metas que tiene el clúster aeronáutico. Nuevo León cuenta con el beneficio de ser el único clúster que posee un laboratorio privado en América Latina, donde se realizan pruebas y metrología para la industria aeronáutica (Porchini Cano, 2012).

Clúster de Brasil

Es el quinto país productor de aeronaves gracias a la tecnología desarrollada y al proceso de producción llevado a cabo por la empresa Embraer, ha sido apoyado también por el Ministerio de Industria y Desarrollo de Brasil. La industria aeroespacial brasilera se identifica por tener una demanda de elevadas inversiones, por tener personal calificado y capacitado, para llevar a cabo los proyectos e investigaciones, como también transferencias tecnológicas a otras empresas con la capacidad de producir productos complejos, con

una alta densidad tecnológica, a nivel mundial su tecnología es considerada estratégica, apoyada por los entes gubernamentales (Audor & Freyser, 2014).

En Brasil la industria aeroespacial encarna la fábrica de aviones comerciales y militares, helicópteros, sondas, lanzamiento de satélites, equipamientos y sistemas de radares, misiles y defensa, sistemas para el control de tráfico aéreo, protección en vuelo, sistemas para satélites, estructuras para el interior de los aviones y reparación de estructuras como mantenimiento de aviones y motores (Fernandes et al., 2011).

La industria aeronáutica brasileña cuenta con una sola empresa que es Embraer, la cual está encargada de toda la cadena productiva del sector aeronáutico del país. La producción, depende de los proveedores externos, pero la producción de los proveedores nacionales depende de Embraer, que es el principal fabricante en la industria aeronáutica brasileña (Hualde & Carrillo, 2007). La industria aeronáutica en el país emplea más de 24.000 personas, de estos el 70 % de los trabajadores es empleado por la empresa Embraer generando una gran dependencia dentro del sector económico de la industria aeronáutica.

Brasil ha construido una región de innovación en la periferia de Sao Paulo en San José dos Campos como factor clave del desarrollo económico competitivo en el sector aeroespacial, a través de la especialización inteligente que envuelve la industria, mejorando sus capacidades de investigación y alta productividad, que se reflejan en el crecimiento sostenible de su ambiente económico (Brad et al., 2015).

El crecimiento económico dentro de la empresa se da gracias a la capacidad de innovación y producción que alcanzó luego de su privatización. Dentro de la industria aeronáutica se encuentra la creación de helicópteros, cuenta con la séptima flota más grande a nivel mundial, con aproximadamente 1.155 aparatos. La industria de helicópteros se encuentra concentrada en un 42% en Sao Paulo y en un 40% en el estado de Río de Janeiro.

El objetivo que tiene la industria de helicópteros es entregar cada vez más rápido al cliente estas aeronaves, para esto se está adquiriendo maquinaria más avanzada que permita automatizar la línea de montaje de las empresas encargadas de la producción de los helicópteros en la industria aeronáutica de Brasil. Las principales empresas fabricantes de helicópteros en Brasil son Eurocopter, Bell Helicopter y Sikrosky, las cuales conforman el grupo Helibras.

Colombia

El desarrollo de la industria aeronáutica en Colombia, según Aponte (2009), empieza a desarrollarse en el año 1967, pero se quedó estancada a diferencia de la industria aeronáutica de Brasil, que empezando dos años después siguió su proceso y fue creciendo poco a poco hasta convertirse en un país exportador de aeronaves, al contrario del caso de Colombia, que no tiene lugar en el mercado, pero sí tiene el potencial.

Con la firma del Pacto Andino se empiezan a abrir los mercados, dándose posibilidades de ser el mayor pionero dentro de la industria aeronáutica, se empezaban a ensamblar aviones en el país, desde Estados Unidos eran enviados motores, partes y piezas para terminar el proceso de construcción provistos por empresas como Piper y Cessna.

Con el paso del tiempo, la industria se ha vuelto más compleja y se empezaron a desarrollar partes en el territorio colombiano, la manufactura de fuselajes, estructuras, cableados, alas y sillas; gracias a la capacidad de los ingenieros se fue desarrollando sin ningún obstáculo, pero al igual que en este país, en Brasil se desarrollaban estructuras, diseño de las aeronaves, se adelantaban propuestas y direcciones diplomáticas para empezar a exportar material producido a Estados Unidos.

En la década de los 80, se diseñó y construyó en Colombia el primer avión cumpliendo con los requisitos de certificación y avalado por los Estados Unidos, un prototipo sencillo y pequeño de un solo motor, se llamaría el Gavilán dando a conocer las grandes capacidades que tienen las industrias colombianas, pero contó con muy poco apoyo de parte del Gobierno.

En 1987, compañías colombianas ya habían fabricado más de 1.500 aeronaves, desde aviones agrícolas hasta aviones de enseñanza, también se había empezado a desarrollar un comercio con Argentina, Centroamérica y África (Aponte, 2009). Para ese mismo año Estados Unidos sufre una crisis en las ventas de aeronaves pequeñas, es ahí donde el Gavilán toma fuerza en el mercado dentro la industria aeronáutica, un avión versátil y de bajo costo que incorporaba este nuevo prototipo (Aponte, 2009).

A finales de la década de los 80, se da un estancamiento dentro de la industria aeronáutica, perdiendo los avances que se habían realizado, no tuvo un respaldo estatal adecuado en la parte económica, haciendo que las empresas líderes en fabricación de aeronaves en Colombia entrarán a pérdida.

En Colombia se pueden generar ingresos desde el sector de la industria aeronáutica, con las capacidades que tienen los empresarios y con el aprovechamiento de la tecnología disponible, para volverse potenciales proveedores a nivel nacional e internacional (Zapata, 2017).

Para el sector aeronáutico, especialmente la Fuerza Aérea Colombiana, que tienen una fuerte dependencia con empresas proveedoras del exterior, lo que se quiere con los clústeres aeroespaciales es reducir esa brecha de dependencia, generando un proceso de autoabastecimiento, es decir, que sea capaz de solucionar sus problemas en el caso de mantenimiento, cambio de piezas, diseño de nuevos softwares, e innovación para el sector comercial y militar.

La Fuerza Aérea Colombiana ha abierto sus puertas para los empresarios, que se encuentran interesados en identificar piezas y partes de los equipos que requiere y pueda traer beneficios a la Fuerza Aérea, evitando gastos innecesarios en tiempo y recursos en la importación de repuestos para las aeronaves, generando una producción de estas partes dentro del territorio colombiano, satisfaciendo de manera más eficiente

y efectiva la demanda de repuestos y servicios que necesita la Fuerza Aérea Colombiana (Ortiz Alzate et al., 2015).

De acuerdo con el programa de transformación productiva, los departamentos que más representación tiene en la exportación de servicios y bienes relacionados con el sector aeroespacial son, Antioquia, Bogotá D.C., Risaralda y Valle del Cauca (Colombia Productiva, 2019), lugares donde se encuentran la Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales (ACOPAER), Clúster Aeroespacial Colombiano (CAESCOL), Clúster Aeronáutico del Valle del Cauca, Clúster Aerospacific, Clúster de Boyacá y el Clúster de Dos Quebradas Risaralda, clústeres que constituyen la Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana a excepción de ACOPAER.

Colombia cuenta actualmente con una flota de 627 aeronaves militares, que incluye la flota más grande de helicópteros UH-60 después de Estados Unidos y Canadá y 2.980 aviones comerciales activos, 7 empresas nacionales de transporte de pasajeros, 3 empresas regionales, 53 empresas de aerotaxi, 8 empresas de carga nacional, 3 empresas de carga nacional especial, 41 centros de instrucción, 41 empresas agrícolas, 82 talleres aeronáuticos, 8 empresas aéreas de trabajos especiales, 21 empresas de servicios de escala en aeropuertos y 5 ambulancias aéreas (Gaviria Muñoz, 2017), mostrando que hay un mercado local interesante para estimular e impulsar el crecimiento integral de la industria aeroespacial de defensa y civil.

Iniciativas de clústeres aeroespaciales en Colombia

A continuación, se presentan las iniciativas de clústeres representados en asociaciones de las regiones:

La Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales —ACOPAER—
Promueve la integración, el desarrollo, el crecimiento, la defensa y la organización de la industria aeroespacial colombiana, representando a sus agremiados frente al Gobierno, la industria privada nacional e internacional, como también, fomentando la investigación y desarrollo tecnológico del sector (ACOPAER, 2021).

Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca —CVAC—

El 23 de noviembre del 2011 se lanzó oficialmente el Clúster Aeroespacial en el Valle del Cauca con el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana, a través del CITAE (Centro de Investigación de Tecnologías Aeroespaciales), con la firma de un acuerdo de voluntades entre entidades públicas y privadas, proyecto con el que se esperaba consolidar a las empresas que tienen potencial para desarrollar el sector (Centro Red Tecnológico Metalmecánica, 2021).

El Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca —CVAC— está conformada por empresas, industrias, universidades, centros de investigación y desarrollo, así como diferentes entidades públicas y privadas, que se ubican en el valle geográfico del río Cauca,

Colombia. Como iniciativa estratégica regional busca la transformación económica, social y cultural de la región como un actor de clase mundial en el mercado aeroespacial.

Actualmente la representación legal del CVAC la realiza el CRTM del Pacífico, Centro de Desarrollo Tecnológico Metalmecánica (Centro Red Tecnológico Metalmecánica, 2021).

Clúster Aeroespacial Colombiano —CAESCOL—

Entre el año 2010 y 2011 la Fuerza Aérea Colombiana —FAC—, convocó a empresarios de Antioquia para exponerles el potencial que tenía el sector aeroespacial en el país, específicamente sobre el programa “Sustitución de importaciones para el sector defensa”. De esa forma las compañías participaron entre otros, en proyectos tales como FASE 1 y FASE 2 para el desarrollo de capacidades con respecto a partes aeronáuticas, herramientas especiales para mantenimiento de aeronaves, equipo de soporte en tierra, simuladores para entrenamiento, software, entre otros.

El Clúster Aeroespacial Colombiano nació en junio del año 2015 como una corporación sin ánimo de lucro, conformada inicialmente por 10 empresarios antioqueños de diferentes capacidades tecnológicas y el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa de la Fuerza Aérea Colombiana, con sede en la Base Aérea de Combate Número Cinco CACOM 5 Rionegro-Antioquia, desde entonces trabaja por el propósito institucional de liderar y promover el desarrollo económico y social de la región, a través del sector aeroespacial integrándose con actores de su sistema de innovación (Muñoz, 2020a).

Clúster Aeronáutico del Eje Cafetero —CLARE—

En el año 2013 se firma un convenio con la gobernación de Risaralda, alcaldía de Dosquebradas, Área Metropolitana Centro Occidente AMCO, para la creación del CINDETEMM, centro de innovación y desarrollo Metalmecánico y Manufactura, este centro tiene capacidad para el diseño tecnológico de productos y pruebas de metrología, resistencia de materiales, entrenamiento y formación.

Estos esfuerzos dieron como resultado la creación del Clúster Aeroespacial del Eje Cafetero; dentro del cual se destaca la participación del Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Manufactura y la Metalmecánica (CINDETEMM), originado desde la Cámara de Comercio de Dosquebradas con el objetivo de cerrar las brechas tecnológicas de las demás empresas que componen el clúster e introducir a la tecnología como principal generador de nuevas oportunidades y para acercar al sector empresarial a las actividades de innovación con fundamentos científicos.

Está integrado por un grupo de empresas innovadoras y asociadas a una red de colaboración e intercambio, conformando entre ellas un sistema para la competitividad regional, que hace parte a su vez del Programa Rutas para la Competitividad del Sistema Nacional de Innovación Colombiano, este clúster es liderado desde la Cámara de Comercio de Dosquebradas a través del a través del Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico para la Metalmecánica CINDETEMM.

Las empresas de la región y específicamente las que integran el clúster, cuentan con una infraestructura en maquinaria y en talento humano que son identificadas y reconocidas por entidades nacionales e internacionales para el diseño y fabricación de productos, para la industria en general (Gobernación de Risaralda, 2019).

Clúster Aeroespacial del Pacífico —AEROSPACIFIC—

En el año 2010, un grupo de empresarios se unen para promover y propiciar el desarrollo técnico, social y económico de los sectores aeronáutico y espacial en la región del Pacífico (Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca), articulando iniciativas orientadas a dinamizar el trabajo entre empresas, academia y Gobierno.

En el año 2020, se conforma legalmente el Clúster Aeroespacial del Pacífico —Aerospacific—, con el propósito de proponer la estrategia de gobernanza para el progreso del potencial aeroespacial colombiano. En el 2021, orienta sus esfuerzos a crear mecanismos que conlleven a beneficios conjuntos.

Aerospacific trabaja para el fortalecimiento del sector aeronáutico y espacial. En el proceso, se pretende integrar investigadores y científicos activos, lo que representa un gran potencial nacional de I + D + i, cubriendo campos científicos y técnicos, mediante fondos para proyectos de CTel, que estimulan el empleo, el fomento de las competencias técnicas y económicas locales y regionales generando impacto social.

Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana —FEDIAC—

Bajo la premisa de promover el progreso dinámico y articulado del sector aeroespacial del país y luego de varios acuerdos privados firmados años atrás, entre entidades generadoras, articuladoras y desarrolladoras del ecosistema aeronáutico, es establecida jurídicamente en la cámara de Comercio Dosquebradas, Risaralda, el 03 de agosto del año 2020, La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana —FEDIAC—, entidad gremial sin ánimo de lucro fundada por el Clúster Aeronáutico del Eje Cafetero —CLARE—, Clúster Aeroespacial del Pacífico —Aerospacific—, Aerocluster de Boyacá, Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca, y el Clúster Aeroespacial Colombiano —CAESCOL—, clústeres representantes y articuladores del sector en cinco (5) regiones de Colombia, que a través de sus acciones promueven el incremento de la competitividad del sector.

Fue concebida con el propósito de establecerse como la entidad gremial a nivel nacional para promover el desarrollo de la industria aeroespacial en Colombia, integrando el sector, a través de la cooperación industrial, académica y gubernamental, generando las respuestas a los diferentes retos, asegurando la inserción en las cadenas globales de valor (Muñoz, 2020b).

Conclusiones

El desarrollo de un clúster aeroespacial es fundamental para el desarrollo de la economía en el sector, se integran empresas que trabajan hacia un mismo sentido, aumentando más fuerza de trabajo, mejorando la producción, mejorando las estrategias de venta,

mejorando las relaciones con entes externos que permitan expandir el mercado del producto que se está realizando.

Los países que han posicionado los clústeres dentro de su economía han tenido un gran desarrollo, han explotado sus capacidades, han traído excelentes resultados en el momento de impulsar un proyecto a través del clúster, estos beneficios no solo se evidencian dentro de la economía sino también en aspectos o problemáticas sociales como por ejemplo el desempleo.

El clúster es un modelo de investigación, que dentro de la industria aeronáutica ha ayudado a mejorar niveles de producción, convirtiéndose en ejemplo para muchos países que han decidido implementarlo; en el caso de la industria aeronáutica, ha permitido que la tecnología y las maneras de producción traigan mayores ganancias y eviten pérdidas de tiempo y de recursos que pueden ser reinvertidos en pro de los proyectos que se trabajan dentro del clúster.

Un clúster aeroespacial no simplemente ha traído beneficios económicos para los países, sino también han permitido que se beneficie la población brindando oportunidades, en el caso de la preparación del capital humano, el cual puede realizar carreras de ingeniería, técnicas, o especializaciones que en últimas van a terminar ayudando a la investigación que se realiza en estos, y ofertas de empleo en los sectores donde se encuentran ubicados los clústeres.

Es posible que en Colombia se lleve a cabo la conformación de un clúster aeroespacial, que se cuenta con una alta calidad en la mano de obra, demostrada en las otras industrias, lo único es que se necesita es dar una alta capacitación para conocer los procesos y la maquinaria con la que se trabajaría. Tener en cuenta que se necesita apoyo del Gobierno para poder llevar a cabo un desarrollo adecuado de los proyectos y que no suceda lo de décadas anteriores en que se descuidó esta industria, cuando se iba por un buen camino.

Se recomendaría al Gobierno nacional seguir interesándose por este tipo de iniciativas, debido a que el país se vería beneficiado con la conformación de un clúster aeroespacial. Organizaciones públicas y privadas podrían tener mejoras para llevar a cabo proyectos especiales de alto valor tecnológico y que representen un retorno de inversión a mediano y largo plazo. Proyectos en las áreas de explotación espacial, defensa aérea, radares, desarrollo de software, diseño y manufactura de aeronaves tripuladas, no tripuladas y sus sistemas, entre otros, facilitaría la apropiación de tecnología para satisfacer necesidades, sin depender de otros países, convirtiendo el sector Aeroespacial Colombiano en uno de los referentes industriales en el país.

Asimismo, el apoyo del Gobierno a estas iniciativas traería un desarrollo económico para el país, se establecería un mercado exterior que traería reconocimiento para el país y la industria de sus departamentos. Las asociación de universidades que brinden su apoyo a estas iniciativas de clúster, tendrían una excelente oportunidad para sus estudiantes, sobre todo para aquellos pertenecientes a las carreras de diseño e ingeniería, porque les brindaría una oportunidad única en el ámbito laboral, debido a que podrían enfocar sus ideas al desarrollo de aplicaciones reales en el sector, aportando a que el país esté

a la vanguardia con tecnología, permitiéndole ser más eficiente y eficaz con el manejo de los recursos disponibles, hasta el punto de ser competitivo en el mercado mundial.

Referencias

- ACOPAER. (2021). Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales —ACOPAER—. <https://acopaer.org/>
- Aerocluster Querétaro. (2021, 23 de agosto). Aerocluster Queretaro. <https://aeroclusterqueretaro.mx/>
- Aerospace Honeywell. (2020, 27 de junio). Aerospace Honeywell. <https://aerospace.honeywell.com/>
- AEROSPACIFIC. (2021, 12 de agosto). Clúster Aeroespacial del Pacífico. <https://www.aerospacific.com/>
- Aponte, G. (2009). El desarrollo de la industria aeronáutica colombiana, ¿utopía o probabilidad? Revista Icaro, 1.
- Rodríguez Freyser, J. (2014). Liderazgo de Brasil y perspectivas de Colombia en el sector aeronáutico. [Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada] <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13106/Liderazgo%20de%20Brasil%20y%20Perspectivas%20de%20Colombia%20en%20el%20Sector%20Aeronautico.pdf;jsessionid=45B3FE554E4AE7858800D6E0D8BBDF43?sequence=1>
- Becattini, G. (1988). Los distritos industriales y el reciente desarrollo italiano. Sociología del trabajo, 5, 3-18.
- Beechcraft. (2020, 27 de junio). Beechcraft Aircraft. <https://beechcraft.txtav.com/>
- Brad, S., Mocan, B., Brad, E., & Mocan, M. (2015). Economic development of peripheral/lagging zones through smart innovation. International Journal of Transitions and Innovation Systems, 4(3-4), 201-220.
- Carro Acoltzi, N. (2010). Inteligencia para el desarrollo de un cluster: modelo metodológico con enfoque prospectivista y de planeación estratégica para impulsar la competitividad del cluster aeroespacial de Nuevo León. [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Monterrey] <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/573014>
- Colombia Productiva. (2019). Encadenamiento aeroespacial. Programa desarrollo de proveedores para la industria aeroespacial, Bogotá D.C. Colombia Productiva. <https://www.colombiaproductiva.com/>
- Deloitte. (2018). 2018 Global aerospace and defense industry financial performance study. Commercial aerospace sector performance decelerates, while defense sector continues to expand. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Images/infographics/gx-eri-global-a-d-industry-financial-performance-study-2018.pdf>
- European Aerospace Cluster Patnership. (2020, 26 de junio). European Aerospace Cluster Patnership. <http://www.eacp-aero.eu/>

- Fernandes, P., Moscoso, V., Price, A., Yoshino, J., & Zhang, J. (2011). Brasil – Aeronautics Cluster. Harvard Kennedy School. https://www.isc.hbs.edu/Documents/resources/courses/moc-course-at-harvard/pdf/student-projects/Brazil_Aviation_2011.pdf
- Velázquez Flores, R. & León Valdez, E. A. (2016). Los pilares de las relaciones internacionales de los gobiernos locales de México: el caso de Baja California. *Desafíos*, 28(1), 165-202. <https://revistas.urosario.edu.co/xml/3596/359643444004/index.html>
- Fuerzas Militares. (08 de 07 de 2011). Cauca Valley Aerospace Cluster. www.fuerzasmilitares.org. <http://www.fuerzasmilitares.org/f-air/2933-cauca-valley-aerospace-cluster-cvac.html>
- Gaviria Muñoz, S. (2017). Desarrollo productivo del sector Aeronáutico. Departamento Nacional de Planeación. <http://www.centrodeestudiosaeronauticos.edu.co/cea/RelacionesInter/Evento-Alianzas-para-la-transformacion-productiva-politica-de-desarrollo-del-sector-aeronautico/Documents/Desarrollo%20del%20Sector%20Aerona%CC%81utico-%20Final%20DNP.pdf>
- Gobernación de Risaralda. (2019). Consolidación de clusters de Risaralda-Proyecto Desarrollo de capacidades para la consolidación de la competitividad en el departamento de Risaralda, Occidente. Gobernación de Risaralda, Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad.
- González Apaolaza, R. (2012). Perspectiva y retos para el desarrollo de la industria aeroespacial. (Ponencia), Instituto Politécnico Nacional. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8173>
- Hegan (2020, 26 de junio de 2020). Hegan. Basque Aerospace Cluster. <http://www.hegan.com/>
- Helice Cluster. (2020, 26 de junio). Helice Cluster. <http://helicecluster.com/>
- Hernández Chavarria, J. (2017). Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica. *Economía: Teoría y Práctica*, 47, 65-98.
- Hernández, J., Méndez, P., Romero, J., & León, F. (2014). Clúster aeroespacial. Perfil competitivo para el estado de Sonora. Congreso Internacional de Investigación Científica Multidisciplinaria. https://www.researchgate.net/publication/272158212_CLUSTER_AEROESPACIAL_PERFIL_COMPETITIVO_PARA_EL_ESTADO_DE_SONORA
- Hualde, A., & Carrillo, J. (2007). La industria aeroespacial en Baja California. Características productivas y competencias laborales y profesionales. *El Colegio de la Frontera Norte*.
- Levy, R., & Talbot, D. (2015). Control by proximity: Evidence from the 'Aerospace Valley' competitiveness cluster. *Regional Studies*, 49(6), 955-972.
- Manzo Martínez, M. A. (2019). Desempeño de las empresas de servicios de diseño e ingeniería de la industria aeroespacial en México: un análisis cualitativo comparado. [Tesis de doctorado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/1492

- Martínez, C. (2019). Caracterización del clúster aeronáutico del Valle del Cauca. Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana. Universidad de los Andes.
- Mesquita, L. (2003). Transferencia tecnologica para criação de capacidade inovativa: o caso da Helibras. [Monografía Graduacao. Faculdade de Ciencias Sociais e Juridicas, Centro Universitario de Brasilia]<https://core.ac.uk/download/pdf/187133329.pdf>
- Espina Montero, A. (1995). Hacia una estrategia española de competitividad. Fundación Argentaria.
- Florián Plasencia, H. (2018). Metodología de diseño de incubadoras de negocios para el desarrollo de emprendimiento de pequeñas y medianas empresas del sector calzado, distrito El Porvenir. Universidad Privada de Trujillo UPRIT. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRI_a5cc68f1c59525a01fba0664a0d2a893
- Morante, D., & López, W. (2018). Análisis de modelos de clústeres aeroespaciales más representativos a nivel mundial y su incidencia para el desarrollo del Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca. *Ciencia y Poder Aéreo*, 13(1), 114-122.
- MPLaviation. (21 de 09 de 2016). Clúster aeroespacial colombiano se consolida en Antioquia. MPLaviation.com <http://mplaviation.com/cluster-aeroespacial-colombiano-se-consolida-en-antioquia>
- Murcia, O. (2014). Diagnóstico de la industria Aeronáutica colombiana: evolución e impacto en el desarrollo nacional. Editorial Académica Española.
- Muñoz, D. (2020a). Plan estratégico CAESCOL-2020-2021. CAESCOL.
- Muñoz, D. (2020b). Plan estratégico FEDIAC. FEDIAC.
- Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa. (2006). El sector aeronáutico en Canadá. ICEX. http://www.exportapymes.com/documentos/productos/le2243_canada_aeronautico.pdf
- Ortíz Alzate, E., Tamayo, M. A., & Marín, J. C. (2015). Sector metalmecánico de Risaralda un diamante listo para ser pulido. [Trabajo de grado. Fundación Universitaria del Área Andina]. <https://digitek.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/762/sector%20metalmecanico%20de%20Risaralda%20un%20diamante%20listo%20para%20ser%20pulido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perego, L. H. (2003). Competitividad a partir de los agrupamientos industriales: un modelo integrado y replicable de clusters productivos. [Tesis de grado. Universidad Nacional de La Plata]. <http://catalogo.econo.unlp.edu.ar/meran/opac-detail.pl?id1=18882>
- Porchini Cano, R. J. (2012). Factores que impulsan la colaboración interempresarial en la etapa de conformación de clusters: el caso del cluster automotriz de Nuevo León. [Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/3138/>
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77-90.

- Puente, J. (2019). Estudio de las redes de fabricación en el contexto 4.0 para la industria aeronáutica. [Trabajo de grado] Escuela de Ingeniería de Bilbao]. <https://addi.ehu.es/handle/10810/37072>
- Red Cluster Colombia. (s. f.). Corporación Clúster Aeroespacial Colombiano—Caescol. https://redclustercolombia.gov.co/initiatives_f/57/show-initiatives
- Rico Galeana, O. (2018). El aerotransporte comercial entre México y los EE. UU. en el contexto del nuevo acuerdo bilateral. Instituto Mexicano del Transporte. <https://trid.trb.org/view/1574750>
- Rojas Sandoval, J. (2010). Fábricas pioneras de la industria textil de Nuevo León, México. Parte I. Ingenierías, 13(26), 47-56.
- Salieri, G., & Santibañez, L. (2010). Estudio de las necesidades de capital humano de la Industria Aeroespacial en México. Fundacion IDEA. http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Estudios/Estudio_necesidades_capitalhumano_Industria_Aeroespacial_Mexico.pdf
- Sforzi, F. (2008). Il distretto industriale: Da Marshall a Becattini. Il distretto industriale. Pensiero Economico Italiano: XVI, 2, <https://www.torrossa.com/it/resources/an/2221561>
- Suárez Gaviria, L., Martínez Hernández, L., & Mantilla Muriel, D. (2016). Relación entre ambiente y equipo creativos en el Clúster Aeronáutico del eje cafetero "CLARE". Arquetipo, 11, https://redib.org/Record/oai_articulo1376819-relaci%C3%B3n-entre-ambiente-creativo-y-equipo-creativo-en-el-cl%C3%A1ster-aeron%C3%A1utico-del-eje-cafetero
- Textron International Mexico. (2020, 27 de junio). Textron International Mexico. <https://www.textron.com/>
- Universidad Steinbeis. (2021). 84 Programas de Máster Educación a distancia en Alemania. Keystone Master Studies. <https://www.master-maestrias.com/Master-Posgrado/Alemania/Educación-a-distancia/>
- Vázquez, M. Á., & Bocanegra, C. (2018). La industria aeroespacial en México: Características y retos en Sonora. Problemas del Desarrollo, 49(195), 153-176.
- Zapata, A. F. B. (2017). Análisis de clústeres aeronáuticos referentes para el desarrollo del clúster aeroespacial colombiano. Ciencia y Poder Aéreo, 12(1), 36-58.

CAPÍTULO 2

.....

Clústeres aeroespaciales para la creación de nuevas tecnologías

DIEGO MORANTE

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—

Fuerza Aérea Colombiana

MY. GUILLERMO GIRALDO

Fuerza Aérea Colombiana

ST. JUAN ESTEBAN HERNÁNDEZ.

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—

Fuerza Aérea Colombiana

Introducción

El clúster se destaca como un punto de partida para el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo aeronáutico y espacial a nivel nacional e internacional, este comienza a tomar fuerza con el inicio y puesta en marcha del clúster aeroespacial, además, de potenciar la capacidad de la zona para convertirse en un atractivo internacional de inversión, para brindarle la oportunidad a la industria colombiana de crecer en un nuevo campo como el diseño, producción de aeronaves y partes aeronáuticas, lo cual puede servir de ejemplo para los países a su alrededor, debido a que se alcanzaría mayor avance y desarrollo tecnológico en nuestro país.

Desde tiempo atrás grandes potencias a nivel mundial han planeado mantenerse a la vanguardia del campo aeroespacial, buscando siempre desarrollar de manera satisfactoria un conjunto de empresas que permitan alcanzar de manera adecuada el dominio del espacio aéreo y la inclusión de nuevas tecnologías dentro del campo aeroespacial.

El clúster aeronáutico y espacial en Colombia representa el punto de partida del desarrollo nacional, no solo tecnológico sino también económico y social, para estar a la par de muchos países, que ya desarrollaron su propio conjunto de empresas para la aviación; con la inclusión de este clúster se dará la oportunidad de alcanzar retos que no se habían contemplado antes en el desarrollo aeroespacial de nuestro país a nivel internacional.

Gracias al excelente trabajo realizado en Colombia, se ha logrado en los últimos años adquirir una inversión de recursos, alcanzando de esta manera un excelente reconocimiento como un sector altamente viable para el nacimiento de nuevas empresas. Esta labor fue iniciada por la Fuerza Aérea Colombiana y algunos empresarios, con la mentalidad de lograr grandes cambios y generar innovaciones que pudieran ser implementadas en las regiones del país, permitiendo un mayor desarrollo de las industrias de las regiones, entre estas la industria aeroespacial.

El clúster aeroespacial es un salto tecnológico que podría permitir el nacimiento de una sociedad más desarrollada en el campo aeronáutico y espacial, lo cual corresponde a uno de los ámbitos más importantes para una nación fuerte a nivel internacional, con la implementación de un clúster aeroespacial se busca un mejoramiento continuo y la oportunidad de aplicar proyectos e ideas innovadoras, generando confianza y la capacidad innovación que beneficiaría de igual forma a otros países del Cono Sur, convirtiéndose en marco referencial y un punto clave para la generación de nuevas empresas a nivel aeroespacial, generando nuevas oportunidades y atrayendo inversión extranjera.

El sector Aeronáutico y espacial al ser una industria de uso intensivo de conocimiento, y generadora de alta y mediana tecnología, requiere para su eficiente funcionamiento, que se potencialice el desarrollo de nuevas tecnologías al interior de una nación, para de esta manera buscar un mejor posicionamiento de la industria ante la comunidad internacional, por lo que debe ser el punto de partida, donde la investigación y el desarrollo se convierten en parte fundamental del crecimiento, desencadenando de esta manera la evolución del clúster, lo que permitiría proyectarse hacia mercados

internacionales y generar ventajas competitivas sostenibles, gracias a la generación de tecnologías activas, conocimiento, productos y activos tecnológicos; los cuales tienen la capacidad viva de auto estructuración, autogeneración, crecimiento y reproducción o evolución (Echeverría, 2003).

El tipo de investigación realizada es de tipo documental, buscando la recolección adecuada de la información, analizándola e interpretándola de manera correcta y descriptiva, para ello se seleccionan las características más importantes del clúster aeroespacial. El método de investigación es el análisis de la información por medio de búsqueda en bases de datos, documentos, libros, entre otros, acerca de los clústeres aeroespaciales, su evolución, el desarrollo que ha obtenido a través del tiempo y las proyecciones que se pueden hacer a cerca de los beneficios que se pueden lograr el desarrollo de las iniciativas clústeres en Colombia.

La finalidad es lograr el desarrollo de lo que en un futuro corresponde a la creación de nueva tecnología en el país y convertirse en un referente a nivel regional, nacional e internacional.

Revisión de literatura

Gestión competitiva

Un factor relevante que corresponde al crecimiento que se debe mantener de una manera sostenida en el transcurso del tiempo, por lo que se hace necesario trabajar en el mejoramiento de la calidad de los bienes y servicios, poder implementar un valor agregado, además de una mejora notable en aquellos procesos productivos y de diferenciación en los que se requiere mejorar para lograr satisfacer a los clientes, que son cada vez más exigentes e innovadores (Porter, 1991).

El diamante de Porter (1991), considera las cinco fuerzas competitivas como punto de partida para el desarrollo de los clúster. La primera fuerza está relacionada con la amenaza de los nuevos competidores, factores que tienen en cuenta los competidores nuevos a nivel de incursionar en negocios nuevos, como por ejemplo las tasas de retorno, los riesgos, los requerimientos de inversión, la legislación, la disponibilidad de mano de obra eficaz, modos de distribución, y cuál es el posicionamiento de las marcas existentes dentro del mercado actual. La segunda fuerza es la amenaza de productos o servicios sustitutos, que se refiere a los factores vitales como el precio de los bienes, o servicios sustitutos, dentro de estos se consideran los gustos de los consumidores, la capacidad de innovación de los competidores y también la capacidad de compra por parte de los clientes.

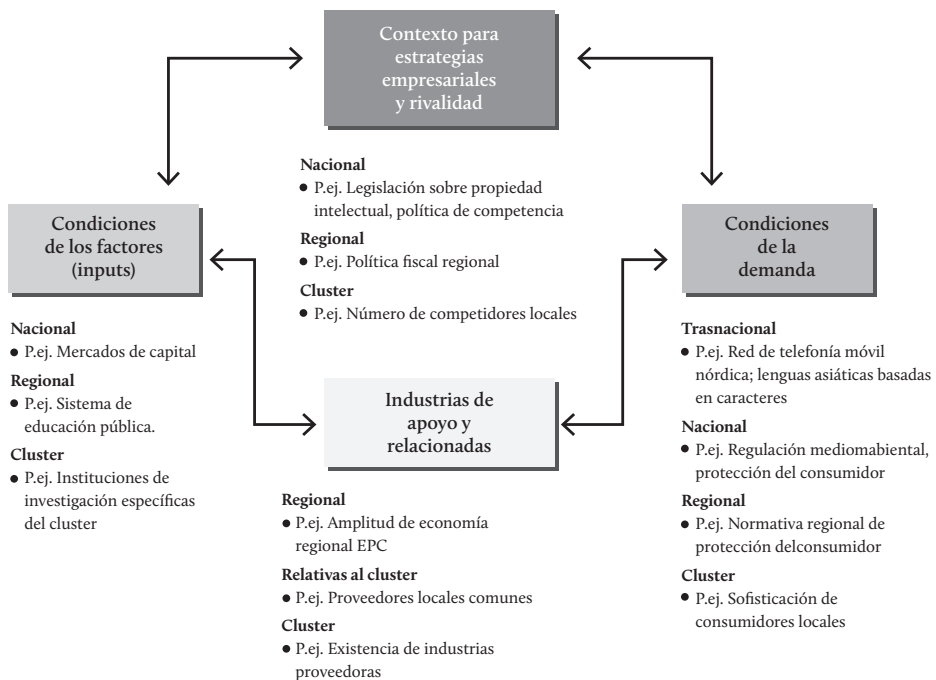
La tercera fuerza corresponde al poder de negociación con los proveedores, dentro de este campo se consideran algunos aspectos como la diferenciación de las materias primas e insumos, puntualmente los insumos sustitutos, la ubicación de los proveedores, el tamaño y cantidad del pedido, además, de las posibilidades de integración de los miembros y una posible participación de un insumo en el costo total del producto. La

cuarta fuerza es el poder de negociación de los consumidores, que se refiere a aquel comprador que busca la manera de encontrar un mayor beneficio para sí mismo, de tal manera que se puedan analizar variables como el volumen de compra, la información del consumidor, la capacidad de integración, la presencia de posibles productos sustitutos, la concentración o cantidad de compradores, la identidad que se refiere a la mayoría de las marcas, el impacto del producto sobre la calidad del servicio o lo que ofrece fundamentalmente hacia el cliente. La última fuerza es la rivalidad entre los competidores existentes, definida a través del crecimiento de la industria, la capacidad instalada y el grado de utilización, refiriéndose a una relación entre costo fijo y el valor agregado.

Los niveles de influencia del diamante competitivo que se muestra en la Figura 2.1 se compone de: contexto para estrategias empresariales y rivalidad, condiciones de la demanda, industrias de apoyo y relacionadas y condiciones de los factores también conocido este último como inputs (Porter, 2007).

Uno de los fenómenos más sobresalientes de los últimos tiempos es la creciente concentración y especialización territorial, que descansa en el desarrollo de capacidades localizadas, difícilmente imitables y de carácter acumulativo, que conducen a ventajas competitivas del territorio (Navarro Arancegui, 2009), adquiriendo importancia en el desarrollo de la competitividad de las naciones, conceptos como los sistemas globales de innovación, sistemas nacionales de innovación, sistemas regionales de innovación, sistemas tecnológicos de innovación, sistemas sectoriales de innovación y los clústeres (Frenz & Oughton, 2005).

■ Figura 2.1: Niveles de influencia en el diamante competitivo (Porter, 2007).



Por tal motivo es importante concebir que para garantizar la competitividad, se debe apoyar a las empresas en factores de su entorno de carácter general: infraestructuras de carreteras y mano de obra formada en un sistema de educación general, como en factores de carácter específico: centros tecnológicos o de formación especializados en áreas directamente ligadas a su actividad (Navarro Arancegui, 2009).

En el mercado internacional compiten no sólo empresas, se confrontan también sistemas productivos, esquemas institucionales y organizaciones sociales, en los que la empresa constituye un elemento importante, pero integrado en una red de vinculaciones con el sistema educativo, la infraestructura tecnológica, las relaciones gerencia laborales, el aparato institucional público y privado, el sistema financiero, entre otros (Baena, Botero & Montoya, 2003).

Finalmente es importante tener en cuenta como en el siglo XXI en la economía del conocimiento, la creación de la riqueza está asociada con el desarrollo de ventajas competitivas basadas en elementos intangibles, los cuales son considerados como la piedra angular insertada en el centro de las organizaciones, que les permite alcanzar sus objetivos y estrategias. En esta “nueva economía”, la fuente de valor y de riqueza no reside en la producción de bienes físicos, sino en los intangibles, en la cual ocupa un lugar predominante la innovación (Ruiz, Graupera & Lazcano, 2015).

Estrategias

Con respecto a la estrategia competitiva de la empresa, esta busca un desarrollo tecnológico que sea orientado hacia los objetivos primordiales de cada organización, de tal manera que se pueda utilizar un tipo de estrategia específica (Porter, 2015)

El liderazgo en costos, es una estrategia encaminada a ser el productor de menor costo dentro de un sector industrial, para lograr esto, es importante tener en cuenta el concepto de costo, el cual engloba todo tipo de desembolso que pueda realizar una empresa para la producción, entrega, servicio post venta, en general todo aquello que sea fundamental para la empresa, y se requiera dentro de lo que ha ofrecido; dentro de esta estrategia se destacan factores como las economías de escala, el suministro de materias primas, la tecnología, la mercadotecnia y las actividades de apoyo.

La diferenciación quiere encaminar una estrategia que signifique para los clientes un punto valioso dentro de los bienes y servicios, por lo cual la competencia no cuenta con las condiciones para lograr equiparar la calidad brindada. Algunos de los aspectos para los clientes se convierten en importantes, son los que generan la confianza y además es por el cual ellos estarían dispuestos a asumir costos más elevados, de allí que se pretenda ofrecer algo que los demás no puedan ofrecer; se debe tener en cuenta que esta estrategia no siempre tiene el mismo patrón, entre los diversos tipos de industria es de vital importancia encontrar la diferencia entre las diferentes clases. Dentro de esta estrategia es importante lograr diferenciar aspectos tales como: el producto, los modos de distribución, el sistema de entrega, las características del producto, los servicios

posventa, la imagen y en general todas aquellas cosas que el cliente aprecie como un verdadero valor agregado, por lo cual estaría dispuesto a pagar más buscando siempre la mejor calidad.

La estrategia de diferenciación en industrias de alto valor agregado, la innovación en procesos y en productos juega un papel fundamental en la capacidad de generar conocimiento de forma sistemática, con la generación continua de activos intangibles, permite darle sostenibilidad a la estrategia en el tiempo. Por tal motivo es importante conocer cuáles son los tipos de innovación. Por tal motivo se tomarán los conceptos definidos en el Manual de Oslo sobre los tipos de innovación para tener en cuenta en la construcción de un clúster y su fortalecimiento como un elemento importante del desarrollo de la competitividad.

Innovaciones tecnológicas

Innovación de producto, es la introducción de un bien o servicio que es nuevo y está totalmente mejorado respecto a sus características o usos previstos. Para considerarlo innovador, un producto debe presentar características y rendimientos diferenciados de los productos existentes en la empresa, incluyendo las mejoras en plazos o en servicio.

Innovación de proceso, es la implementación de un método de producción o de entrega nuevo o significativamente mejorado, se logra mediante cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos empleados, que tengan por objeto la disminución de los costes unitarios de producción o distribución, la mejora de la calidad, o la producción o distribución de productos nuevos o sensiblemente mejorados.

Innovación organizativa, es la implementación de un nuevo método de organización en las prácticas de negocio de la empresa, entorno laboral o relaciones externas.

Innovación de marketing, es la introducción de un nuevo método de mercadotecnia que implica cambios relevantes en diseño o packaging de producto, en el emplazamiento, y en la promoción o fijación del precio. (OECD & Eurostat, 2018).

El enfoque es aquella porción del sector a la cual la empresa se encuentra dedicada con exclusividad, y que apunta todos sus esfuerzos hacia esta necesidad, tratando de cubrir aquellos puntos en los cuales los competidores fallan cuando engloban objetivos que son muy amplios; el enfoque dentro de una empresa se puede realizar de dos formas generales: el primero podría llamarse un enfoque en costos, donde lo que se busca principalmente es lograr una disminución en el costo lo que le hace más llamativo para el cliente, y la otra sería un enfoque de diferenciación que lo que busca es la satisfacción total de las necesidades peculiares, que tiene un cliente de manera especial.

Gestión tecnológica

Los conceptos de administración, gestión y gerencia lo plantean Koontz & Weihrich como "planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar". La administración se entiende más local, operativa y funcional, de solucionar situaciones a corto plazo sin una ruta definida

clara; mientras que la gerencia se enfoca al manejo estratégico de la organización, es decir, a planes bien definidos y estructurados a largo plazo, con una visión clara concisa (Koontz & Wehrich, 1998).

La gestión tecnológica busca un enfoque sistematizado que deja ver la organización de manera completa como un todo, de igual manera se evalúan todos los puntos o situaciones que afectan de manera interna o externa el desarrollo del proyecto de tal manera que la gestión tecnológica, genera un liderazgo que permite ver de manera clara las posibles soluciones a problemas que dependen de un mayor accionar.

La tecnología la define Waissbluth como el "conjunto organizado de conocimientos científicos y empíricos para su empleo en la producción, comercialización y uso de bienes y servicios", por lo tanto, se refiere a la unión de los procesos administrativos, gerenciales y de gestión con los procesos tecnológicos (Waissbluth, 1990).

El concepto más amplio de gestión de la tecnología está bien definido en los términos de Waissbluth como "la disciplina en la que se mezclan conocimientos de ingeniería, ciencias y administración con el fin de realizar la planeación, el desarrollo y la implementación de soluciones tecnológicas que contribuyan al logro de los objetivos estratégicos y técnicos de una organización" y como se administran las actividades de I+D en todas sus etapas. Se puede decir que la base de la gestión tecnológica es la fundamentación en las ciencias básicas y la profundización en áreas específicas relacionadas con la ingeniería y las ciencias administrativas, que a su vez deben estar unidas a un proceso administrativo y tecnológico ágil y moderno, con el fin de gestionar nuevos desarrollos científicos a partir de la investigación, innovación y desarrollo (Waissbluth, 1990).

La gestión tecnológica es el instrumento que vincula el sector productivo y de la I+D en el proceso de innovación tecnológica, requiere de una preparación conceptual y ejecutiva, y se realiza para apoyar los procesos de innovación tecnológica, que permiten identificar las necesidades y oportunidades tecnológicas e implica una capacidad de manejo del cambio técnico; por otra parte, garantiza las actividades de investigación y la transferencia de sus resultados a las entidades productivas.

La gestión tecnológica es un sistema de conocimientos y prácticas relacionadas con los procesos de creación, desarrollo, transferencia y uso de la tecnología. Algunos conciben este sistema como "una colección de métodos sistemáticos para gestionar los procesos de aplicación de los conocimientos, extender el rango de actividades humanas y producir bienes y servicios". El National Research Council (NRC) de Estados Unidos, lo considera integrado por los conocimientos de: "ingeniería, ciencias y disciplinas del área de gestión, para planear, desarrollar e implementar capacidades tecnológicas en el diseño y el logro de los objetivos estratégicos y operacionales de una organización". Es un sistema o región de conocimientos. Según Ochoa, está constituida por los conceptos y proposiciones sobre las relaciones entre los conceptos, modelos y teorías sobre los procesos de toma de decisiones y ejecución de acciones, relacionadas con las tecnologías en organizaciones, empresas, países y regiones (Kanz & Lam, 1996; Khalil, 1998; Ochoa Ávila et al., 2007).

El objetivo de la gestión tecnológica es el de estructurar un conjunto de decisiones vinculadas a la creación y/o adquisición, desarrollo y/o transformación y comercialización de la tecnología, las cuales se materializan en un plan estratégico para el desarrollo tecnológico y la estrategia tecnológica (Gallego-Alzate, 2005).

Las funciones principales de la gestión tecnológica, se pueden resumir en las siguientes actividades según Gallego-Alzate (2005):

- Inventariar: identificar las tecnologías que se dominan.
- Vigilar: seguir la evolución de las nuevas tecnologías; vigilar la tecnología de los competidores.
- Evaluar: determinar el potencial tecnológico propio y estudiar posibles estrategias.
- Enriquecer: planificar los proyectos de investigación; comprar tecnología; formar alianzas.
- Optimizar: usar los recursos de la mejor forma posible.
- Proteger: defender la propiedad industrial con patentes, marcas.

Las principales herramientas con las que cuenta la gestión tecnológica son la vigilancia tecnológica, la prospectiva tecnológica, el benchmarking, los derechos de propiedad intelectual y la transferencia de tecnología.

En las organizaciones, la evolución de la gestión tecnológica comprende cuatro etapas, por medio de las cuales se puede evidenciar el grado de madurez de la gestión que está viviendo la organización: personas aisladas desarrollan tecnología espontáneamente; se insta una organización del I+D en la empresa; la tecnología se planifica estratégicamente; se acorta la duración de los ciclos de innovación (García, 2012).

La gestión estratégica de la tecnología permite a las empresas medir su impacto por medio de ventajas competitivas y su desarrollo en áreas gerenciales, tecnológicas y de recursos específicos. Para desarrollar la gestión estratégica de la tecnología, se consideran los siguientes aspectos: la madurez de la tecnología, los portafolios de actividades, la cadena de valor. La estrategia tecnológica, provee una guía para la gestión de los procesos tecnológicos, alineando los objetivos organizacionales, las actividades operacionales y los proyectos de I+D.

Clúster

El término clúster fue acuñado por Michael Porter en 1999 considerándolo como una agrupación de empresas y su correspondiente especialización en determinadas actividades productivas, donde se contribuye favorablemente a los cuatro polos del diamante que explica la ventaja competitiva. El trabajo de Porter fue la principal razón por el cual la literatura de los clústeres se incrementó; varios autores están de acuerdo en que el término clúster ha proveído una etiqueta útil para más conceptos complejos,

incluyéndola como un componente importante de los sistemas regionales de innovación (Bjorn et al., 2011; Porter, 1999).

La palabra clúster no tiene una traducción literal, pero recoge el concepto de agrupaciones de empresas complementarias e interconectadas, además, vale la pena aclarar que un clúster no es un gremio ni un sector industrial ni una cadena productiva, también se puede definir como concentraciones geográficas de compañías que operan en el mismo sector o que sostienen relaciones industriales (Bjorn et al., 2011).

Los clústeres son comunidades de empresas e instituciones ubicadas en un espacio geográfico definido, que actúan en una determinada actividad productiva, los cuales agrupan gran variedad de industrias y entidades relacionadas para generar una mayor competitividad en el mercado. Estos clústeres incluyen, por ejemplo, a proveedores de insumos críticos y a proveedores de infraestructura especializada; con frecuencia pueden extenderse hasta canales y clientes (Vera & Ganga, 2007).

Para que se pueda decir que se ha conformado un clúster, es necesario cumplir cuatro requisitos: una empresa ancla en la región, una masa crítica de empresas con capacidad de satisfacer la demanda, tener empresas de soporte y diferenciadoras, con el interés y apoyo del gobierno (Hernández et al., 2014).

La importancia de conformar estas comunidades en una región consiste en la construcción de redes de cooperación y colaboración entre empresas de sectores aparentemente divergentes para promover el crecimiento económico. Los componentes de un clúster van desde los agentes encontrados dentro de las cadenas productivas, hasta la academia y las instituciones públicas. Con frecuencia, los clústeres son los lugares donde se encuentran por primera vez los empresarios de varias industrias y donde emprenden sus acciones y relaciones.

Sector aeroespacial

El sector aeroespacial y de defensa exige casi por definición la excelencia operativa en todas las áreas de las empresas que la componen. Dentro de un mercado que proporciona a la empresa unos ingresos sustanciosos y un potencial de crecimiento inmenso, sólo aquellos que son capaces de aplicar con verdadera eficacia las mejores herramientas disponibles, en todos los campos de actuación, serán capaces de obtener los beneficios que ofrece el entorno.

El sector aeroespacial, ha sido de dominio de EE. UU., Rusia y la Unión Europa, con un ingreso protagonista en las últimas dos décadas de países como India, Brasil y China, los cuales han cobrado una preponderancia importante en la democratización del aire y el espacio. En Latinoamérica países como México han desarrollado su industria a través de varios clúster como Baja California, Querétaro, Mexicali, Sonora y Chihuahua, mostrando un crecimiento económico sostenido del 20% anual desde 2004 (Hernández et al., 2014).

En Brasil el desarrollo aeronáutico ha estado liderado por Embraer desde 1969, compañía que produce aviones comerciales, ejecutivos y militares, convirtiéndose en la tercera empresa de producción de aviones a nivel mundial después de Airbus y Boeing. En el tema espacial, con iniciativas estatales lideradas por la Fuerza Aérea Brasileña (FAB), como muestra el Libro Blanco de Defensa de este país, donde el eje central de este proceso ha sido el Departamento Aeroespacial de Ciencia y Tecnología de la FAB en San Jose Dos Campos, donde se ha liderado el desarrollo de proyectos estratégicos de impacto para el país, con el fin de fortalecer las capacidades espaciales en la industria, la academia y la FAB, lo que les ha permitido a la fecha el crecimiento de este sector económico en la producción dentro de la cadena de valor aeroespacial, como lo muestra la Figura 2.2.

La fabricación de equipo aeroespacial, hace referencia a las unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación y reconstrucción de equipo aeroespacial, como motores de combustión interna, turbinas y transmisiones para aeronaves. Es así como una empresa puede orientar su producción para desempeñarse en alguno de los roles de la cadena de valor como un TIER I, II o III, hasta llegar a convertirse en un fabricante líder, llevando a realizar un análisis de cada una de estas categorías en las cuales se puede desempeñar una compañía en el sector aeroespacial (Castillo, 2013; Pinzón, 2020):

- Fabricante líder: es el integrador de la cadena de valor, que realiza toda la parte de diseño e ingeniería, fabricación y realiza el ensamble final, como por ejemplo Embraer, Bombardier, Airbus o Boeing.
- TIER I Integradoras modulares: son los subcontratistas de primer nivel que se encuentran especializados en diseño y fabricación de estructuras, materiales compuestos, equipos, etc. Es un productor OEM (Original Equipment Manufacturing), es el fabricante de equipos originales.
- TIER II y III, Industria auxiliar: está conformado por los clústeres y pymes, que trabajan para los TIER I, fabrican subconjuntos o piezas específicas elementales, pueden ser PMA (Parts Manufacturer Approval), o proveedor de partes de bajo nivel de complejidad.
- MRO (Maintenance, Repair & Overhaul), industria del mantenimiento: son aquellas empresas que ofrecen servicios de reparación de componentes aeronáuticos, desde el avión, motores, componentes de aviónica, entre otros.

Para lo anterior se pueden obtener licencias mínimas requeridas de certificación como productor de piezas aeronáuticas dentro del sistema de gestión de calidad, que son equivalentes a la familia de las ISO, pero con requerimientos específicos para la industria aeronáutica como la AS9000 desarrollada en 1997 y AS9001 que es la versión posterior a la AS9000, revisión A, de agosto de 2001, que asegura el cumplimiento de los estándares de gestión de calidad solicitados por las casas fabricantes de aeronaves, teniendo en cuenta que este sector debe tener altos estándares de calidad y de clase mundial.

En este sector las certificaciones tienen una gran importancia para garantizar los parámetros de seguridad de los componentes desarrollados o los servicios prestados,

toda vez que es una de las industrias más seguras del mundo. Por tal motivo, existen certificaciones que contienen requisitos de gestión de calidad específicos para el sector aeroespacial, como por ejemplo: la AS9100 orientada para empresas que se dedican a diseño, desarrollo o son proveedores de servicios de la industria aeroespacial de partes, componentes o montantes, la AS9110 está diseñada para proveedores de servicios de mantenimiento, reparación o revisión autónoma de componentes, partes o aeronaves comerciales o militares; finalmente la AS9120 creada para empresas que compran y distribuyen partes aeroespaciales y los venden a clientes de la industria de la aviación (NQA Organismo de Certificación Global, 2020).

Desarrollo

Gestión de la innovación y la tecnología

Es importante entender la problemática que radica en lograr una vinculación real y efectiva entre los centros de generación de conocimiento, como las universidades e institutos de investigación, los cuales evidentemente luego de terminar sus estudios se incorporaran a las organizaciones empresariales, brindando un apoyo para dar un valor agregado a los diferentes productos y servicios elaborados por dichas organizaciones, de esta manera se logrará una competitividad digna del entorno cambiante y globalizado, que permitirá seguir alcanzando las innovaciones tecnológicas basándose en la competitividad (Castells & Pasola, 2003).

La gestión del conocimiento y de la tecnología, busca conjugar la generación de nuevos conceptos, el desarrollo de un producto, la redefinición de los procesos de comercialización y la redefinición de los procesos productivos, buscando impactar de manera positiva el mercado y todos aquellos potenciales compradores; cuando se observa la necesidad de la innovación o de la tecnología, se utilizan dos estados distintos para dar solución a las necesidades, durante los procesos de desarrollo en materia de tecnología y con el manejo adecuado de los recursos necesarios para una solución (Quiroz & Lopera, 2013).

Difusión de las tecnologías

Se encuentra la relación entre varias tecnologías o varios sectores, que han revolucionado el mundo donde se unen dos o más tecnologías, precisamente con la necesidad de innovar y generar un nuevo beneficio para la sociedad; de esta manera se encuentran casos particulares como por ejemplo la mecánica, la electrónica y la ciencia de materiales, resultando la ingeniería mecatrónica. De tal manera que este tipo de tecnología se podría aplicar de manera efectiva al desarrollo de robots y no en la inteligencia que proporcionará al hombre una mejor estabilidad y calidad de vida, por ejemplo, el desarrollo de los drones o el desarrollo de procesos automatizados en fábricas que ayudan a que los procesos que estaban establecidos, que requerían y demandaban de gran cantidad de personal, estas actividades finalmente se logran realizar de una manera más ágil y oportuna con este tipo de maquinaria automatizada, lo que provocaría que

se dependiera de unos pocos hombres que vigilarán el actuar correcto de las máquinas que se encuentran laborando en reemplazo de estos.

Algunos investigadores explican que el éxito de la innovación está en función de tecnologías, que dependen de las necesidades del mercado, de la realización de una activa vigilancia de la tecnología, de compartir los proyectos de ingeniería y desarrollo con otras empresas, y por último también dependen de admitir que no es posible evaluar el ingenio y el desarrollo con sólo los resultados a corto plazo; debido a que los proyectos de tecnología demandan de tiempo en su mayoría y de empresas que invierten gran capital para continuar con el proceso de desarrollo de tecnología.

Modelos de gestión

Dentro de los procesos estratégicos desarrollados a través de un modelo de gestión, se busca principalmente un ciclo que permita planificar, ejecutar, mejorar y verificar los procesos realizados dentro del programa de gestión, se resalta de manera importante la gestión administrativa por parte de las cabezas de las empresas, además, de la gestión legal y de los servicios que proporcionen la correcta interacción con todas las demás empresas, de allí que la calidad de los productos y los servicios sean el valor agregado en todos los procesos productivos para el crecimiento empresarial, resaltando la importancia de la eficiencia y la eficacia durante la ejecución de todos sus procesos.

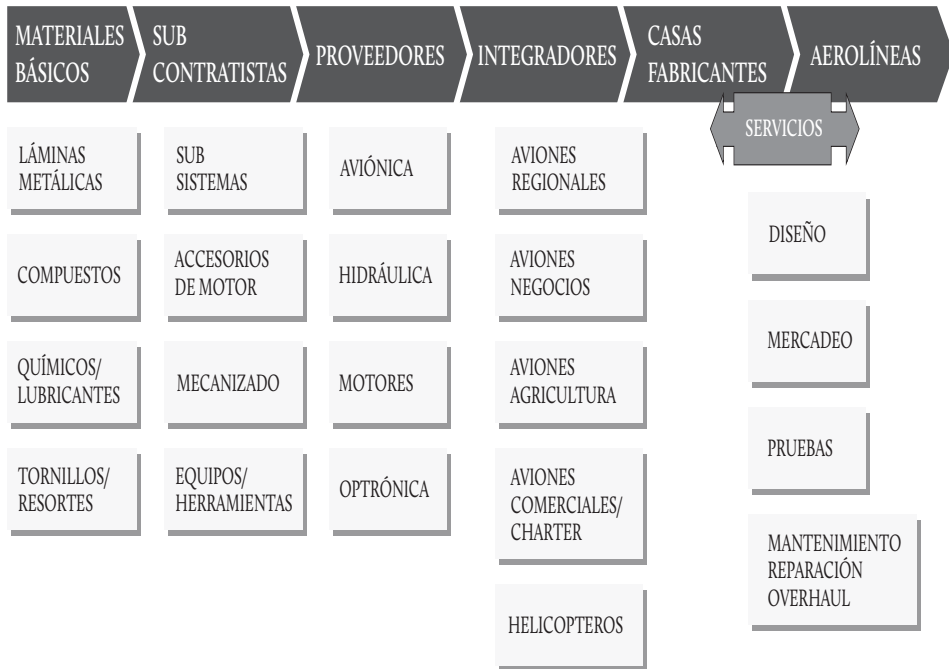
En el modelo de gestión se hace necesario tener en cuenta la planificación estratégica, el diseño de los procesos, diseño organizacional, un sistema de productos y servicios, y unas políticas; para que de esta forma la ejecución de los procesos, los sistemas operativos, y el cumplimiento de la norma, sean el modelo a priorizar; todo esto permite alcanzar los resultados que se planeen obtener.

De tal manera que, a la hora de mejorar, se utilicen auditorías de calidad, técnicas y proyectos de control; que proporcionen el modo de mantener de forma correcta y elevar, el desarrollo en cada uno de los procesos, de esta manera se encuentra una mejora que se evidencia en las revisiones constantes hechas por las auditorías, y brindando así un análisis de riesgo que enuncie la calidad del modelo que se está utilizando.

El rol del modelo de gestión del conocimiento se encuentra principalmente en la estrategia que se hace durante la gestión, partiendo de la premisa de que el conocimiento nace debido al entorno cambiante de las nuevas tecnologías de información y los principios que plantea el desarrollo adecuado de las mismas; de esta manera, se podría definir la gestión del conocimiento, como una alternativa que brinda un aseguramiento de la experiencia y el conocimiento que obtiene la organización con relación a su capacidad y posibilidad de desarrollo en general.

Dentro de los modelos de gestión del conocimiento, se encuentra la capacidad de la organización para crear nuevo conocimiento, generar ideas que finalmente se convertirán en los productos o servicios que llegarán al consumidor final. De esta manera se podría decir que los modelos de gestión corresponden a la necesidad de la identificación,

■ Figura 2.2: Cadena de valor sector aeronáutico (Fernandes et al., 2011).



adopción e interiorización, para alcanzar de una manera productiva una organización creadora de conocimiento. Es necesario difundir estos modelos en toda la empresa y finalmente incorporar lo aprendido a nuevas tecnologías, alcanzando así un desarrollo óptimo en pro de las necesidades de la empresa.

Clúster

Durante los años 90, los clúster se han convertido en un conflicto de análisis y en un mecanismo de desarrollo de la economía en los diferentes territorios, además de mejorar la competitividad en todos los ámbitos asociados a las empresas, sin embargo, se creería que la competitividad de las empresas que trabajan bajo esquemas de aglomeración territorial, y que además reciben apoyo de instituciones gubernamentales, podría ser mayor, debido a que funcionan y operan mejor que aquellas que trabajan de una manera aislada al sistema de organizaciones que la rodean, de esta manera se podría entender que las empresas que tienen desempeño superior son aquellas que pueden cooperar y compiten entre ellas mismas.

Sin embargo, se encuentran conjeturas que giran en torno a las situaciones contradictorias, por ejemplo cuando se habla de que dos o más organizaciones empresariales puedan tener o no relaciones de confianza y construir una cohesión entre ellas mismas, para convivir en un medio que les permita tener complementariedad o antagonismo; para

poder establecer cuáles son las asociaciones productivas, los procesos de cambio y cuáles son aquellos procesos en los cuales hay que mejorar, buscando una cohesión entre ellas mismas lo que les permita un posicionamiento estratégico de intercambio y confianza entre ellas mismas.

Teniendo en cuenta que los clúster corresponden a una propuesta teórica, que se ha convertido en una iniciativa que busca dinamizar y fortalecer todo tipo de tejidos productivos en los territorios, se encuentra que durante la promulgación y ejecución de las políticas satisfactorias para el desarrollo de los clúster, es necesario tener un ambiente geográfico económico y social, que permita que los actores participantes de los procesos de incubación y desarrollo, promuevan el desarrollo de unas relaciones sólidas entre ellos, de tal forma que con la confianza logren mitigar los intereses individuales, pero que se mantenga el interés general y una competitividad generalizada, buscando un aumento en sus capacidades tanto regionales como mundiales.

El clúster es cualquier aglomeración espacial de una determinada actividad de un sector económico, cuya impronta está dada en el incremento de la eficiencia de las empresas o instituciones que la integran, mediante diversas formas de casos y actividad empresariales; se refiere a esquemas que pretenden que un conjunto de industrias, gobierno, universidades, y demás instituciones promuevan y busquen el desarrollo empresarial de una zona en específico.

Los clúster parten desde diferentes ámbitos, uno de ellos puede ser el nivel de fabricantes de productos, empresas tecnológicas que buscan generar insumos por necesidades comunes, en su gran mayoría tienen participaciones gubernamentales y de otras instituciones, como lo son las universidades, agencias encargadas de fijar normas, centros de estudio, proveedores de capacitación y asociaciones de comercio, quienes proveen entrenamiento, educación, información, investigación y apoyo técnico; es importante entender que los clúster no son industrias de cadenas productivas, y sectores industriales, es en esencia un grupo de cadenas productivas, donde se encuentran ventajas competitivas y su fin principal es reforzar las debilidades de algunas empresas con las fortalezas de otras.

Se caracterizan principalmente debido a la ubicación geográfica de las necesidades de los sectores, partiendo de una demanda local específica, donde las empresas, industrias, o proveedores dentro de una zona, pueden pertenecer a una misma actividad, generando así innovación, estimulando el conocimiento de las otras; también es conocido que los clústeres evolucionan en la medida que emergen, y se requiere cambios en las instituciones locales para alcanzar sus puntos más altos; sin embargo, también es sabido que pueden perder su fortaleza competitiva, debido a que las fuerzas externas, que no permiten su desarrollo normal, como por ejemplo las discontinuidades tecnológicas.

Beneficios del clúster

El beneficio más importante es la productividad, este permite que el desarrollo no sea sólo a nivel de las empresas participantes en la gestión tecnológica y de innovación,

sino también para el sector en el cual se está desarrollando, lo que indica que permite a las empresas de dicho sector, la obtención de los insumos, el acceso de información y la tecnología. Otro beneficio es el eliminar costos de importación o demoras en el aprovisionamiento, cuando este aprovisionamiento es local se pueden obtener más fácil y rápido insumos especializados, lo cual es una ventaja enorme cuando los estándares de calidad son altos, como por ejemplo en el sector aeronáutico. Otro beneficio es que un clúster alberga información técnica de mercados y de la competencia, de tal modo que sus integrantes pueden acceder a esta de una manera más directa; además, de establecer relaciones y vínculos con la comunidad del sector en el cual se enfoca la organización, generando confianza y fluidez de la información sobre las necesidades locales y sectoriales, permitiendo así una mejor y rápida satisfacción de las necesidades del sector.

El tener un clúster proporciona a las compañías la capacidad de anticiparse a las necesidades de cada una de las empresas que la conforman, de tal manera que el desarrollo tecnológico aumenta, en la medida que van surgiendo las necesidades a satisfacer, generando de esta manera los servicios necesarios para beneficiar a los participantes del clúster.

Al encontrarse rodeados de clientes y usuarios finales, debido a su ubicación o localización dentro del clúster, las organizaciones se pueden enfocar de una manera más clara en las necesidades del consumidor, lo cual es el principal determinante para alcanzar la ventaja competitiva.

Los clústeres se pueden convertir fácilmente en centros de innovación, de tal modo que la cooperación fluya entre las organizaciones; los compradores cada vez se vuelven más exigentes, por esto es necesario que las innovaciones puedan ser fácil y rápidamente aplicables a cualquier nivel de la cadena de abastecimiento, para poder satisfacer las necesidades de los consumidores a medida que surgen, manteniendo de esta manera la ventaja competitiva de cada organización dentro del clúster.

La importancia del clúster, radica en su competitividad, además, el fuerte vínculo con la economía de las regiones, al desarrollo de plataformas regionales que puedan competir con mercados nacionales e internacionales, permitiendo así un desarrollo empresarial sostenido; además, de lograr la estabilidad económica a nivel regional, desarrollando y fortaleciendo estructuras en las diferentes plataformas regionales, generan un impulso a las pequeñas y medianas empresas; otra razón para reconocer la importancia de un clúster, es la capacidad que se tiene dentro de la región, la cual le permite alcanzar propósitos comunes del sector y concentrar esfuerzos y recursos, para el crecimiento de ambientes empresariales. De esta manera el clúster más que generar un valor agregado por su ubicación local, o por sus procesos productivos, también genera empleo, lo que simboliza un mejor ambiente social y se evidencia en la mejora la calidad de vida de la mano de obra de la región.

Conclusiones

Es de vital importancia el desarrollo del clúster del sector aeronáutico y espacial, debido a su gran capacidad de generar desarrollo para las regiones en el campo aeroespacial y en el campo tecnológico, lo que significa un avance para llegar a ser un país referente en todos sus procesos en general, produciendo su propia tecnología, a partir de la innovación de sus empresas.

El impacto que genera el clúster a nivel social, se ve reflejado en el mejoramiento en la calidad de vida de aquellas personas, que de una u otra manera se encuentran enlazadas o relacionadas en las actividades económicas del clúster, brindando mejores oportunidades de vida para estas personas.

Para el desarrollo del poder aéreo nacional es importante entender la convergencia que existe con el fortalecimiento de la industria nacional, como un elemento importante de disuasión y generación de ventajas militares sostenibles. Por tal motivo, deben generarse iniciativas estratégicas integradoras de alto impacto, valor agregado para la industria y un equilibrio entre el costo-beneficio para las partes, ajustados a las capacidades actuales, pero que permita un crecimiento en los proyectos de defensa en el ámbito aeroespacial, por lo que deben propender por la integración de las empresas, las universidades, otras entidades gubernamentales y el capital de riesgo, que permitan generar infraestructura compartida de I-D e innovación, para la creación de tecnologías de uso dual, que generen una ventaja militar y a su vez una ventaja competitiva para la industria y un debido proceso de gestión del conocimiento a través de las universidades, para la generación de un ambiente adecuado, para la conformación de ecosistemas regionales de innovación, conectados a los clústeres.

Generar lazos con otros países o universidades que puedan servir de gran apoyo, desde el momento de investigación hasta el momento de la producción de la tecnología; tomando como referencia los errores cometidos en el pasado por ellos, para encontrar un mejor camino hacia el objetivo principal; estos lazos deben de ser fuertes y deben permitir una interacción entre ambas partes, de forma que aquellos que requieran capacitarse en alguno de los campos que ofrecen estos países o universidades, puedan hacerlo sin ningún problema, apoyando así el desarrollo propio y permitiendo un intercambio tecnológico y cultural.

Por esto, es necesario el apoyo a las empresas que apenas están emergiendo en el campo aeroespacial en Colombia, debido a que son poco conocidas y precisamente por este desconocimiento es que no se dan las herramientas necesarias para sobresalir dentro de la región.

Es importante generar organizaciones híbridas con capital público y privado, gestionadas por el sector empresarial privado o las universidades, que permitan el desarrollo de capacidades estratégicas en los clústeres, que les permita el desarrollo de tecnologías activas para el desarrollo de productos y servicios diferenciadores en la industria, en la cadena de valor regional y global.

Apoyarse con fuentes de absorción de tecnologías como los créditos OFFSET, producto de compras de equipos de defensa para estimular la tecnificación y el crecimiento de industrias de mediana y alta tecnología, y el fortalecimiento de programas académicos a nivel nacional, que permitan conservar en el país el conocimiento tácito y explícito que se pueden lograr por medio de transferencias de tecnología de este tipo.

Promover ecosistemas de capital de riesgo para el crecimiento de los clústeres, compuesto por capital social (redes, confianza, reciprocidad, relaciones), cultural (conciencia al riesgo, tradición emprendedora etc.), y económico (gobierno, las corporaciones, las fundaciones, comunidad, inversionistas etc.).

Finalmente, el desarrollo del clúster, más que un gasto, corresponde a una inversión a largo plazo, partiendo de grandes avances y desarrollos tecnológicos para el país y la región, además, de ser el encargado de potencializar las empresas pertenecientes a él, generando la capacidad de crecimiento en la medida del tiempo y por tal razón, la oportunidad de expandirse por otros territorios de la geografía mundial.

Referencias

- Asheim, B. T., Smith, H. L. & Oughton, C. (2011). Regional innovation systems: Theory, empirics and policy. *Regional studies*, 45(7), 875-891.
- Baena, E., Botero, C. A. & Montoya, O. (2003). Gestión tecnológica y competitividad. *Scientia et Technica*, 1(21), 1-6. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/7519>
- Castillo, E. (2013). El sistema de clasificación industrial de América del Norte (SCIAN), ¿un traje hecho a la medida? Realidad, datos y espacio. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 4(3), 74-89.
- Echeverría, S. (2003). Primer congreso Academia de Ingeniería, México, Tecnología e Innovación: Productos Sociales. Centro Nacional de Metrología e Instituto Tecnológico de Celaya.
- Escorsa Castells, P., & Valls Pasola, J. (2003). Tecnología e innovación en la empresa. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Fernandes, P., Moscoso, V., Price, A., Yoshino, J. & Zhang, J. (2011). Brasil – Aeronautics Cluster. Harvard Kennedy School. https://www.isc.hbs.edu/Documents/resources/courses/moc-course-at-harvard/pdf/student-projects/Brazil_Aviation_2011.pdf
- Frenz, M., & Oughton, C. (2005). Innovation in the UK Regions and Devolved Administrations: A Review of the Literature; Final Report for the Department of Trade and Industry and the Office of the Deputy Prime Minister. DTI.
- Gallego-Alzate, J. B.. (2005). Fundamentos de la gestión tecnológica e innovación. *Tecnológicas*, 15, 113-131. <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/531>
- García, F. (2012). Gestión del conocimiento y de la tecnología. EAN.

- Hernández, J., Méndez, P., Romero, J., & León, F. (2014). Clúster aeroespacial. Perfil competitivo para el estado de Sonora. Conference: Congreso Internacional de Investigación Científica Multidisciplinaria ICM ITESM Chihuahua, noviembre de 2014. https://www.researchgate.net/publication/272158212_CLUSTER_AERESPACIAL_PERFIL_COMPETITIVO_PARA_EL_ESTADO_DE_SONORA
- Kanz, J., & Lam, D. (1996). Technology, strategy, and competitiveness. Bidgoli, H. (Ed.). Handbook of Technology Management. Wiley.
- Khalil. (1998). Management of Technology: Future directions and needs for the new century. A Report of the Workshop on Management of Technology, National Science Foundation, Arlington, September, 14-15.
- Koontz, H., & Weihrich, H. (1998). Administración: una perspectiva global. McGraw-Hill.
- Navarro Arancegui, M. (2009). Los sistemas regionales de innovación. Una revisión crítica. *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, 70, 25-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3117895>
- NQA Organismo de Certificación Global. (2020). Gestión aeroespacial. <https://www.nqa.com/es-es/certification/standards/as-standards>
- Ochoa Ávila, M. B., Valdés Soa, M., & Quevedo Avalle, Y. (2007). Innovación, tecnología y gestión tecnológica. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 16(4), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2472122>
- OECD, & Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Pinzón, L. (2020). Lineamientos de una política pública para el clúster aeronáutico colombiano enfocada al aumento de la capacidad productiva. Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana; Universidad de los Andes.
- Porter, M. E. (2007). La ventaja competitiva de las naciones. *Harvard business review*, 85(11), 69-95.
- Porter, M. E. (1999). Los "clusters" y la nueva economía de competencia. *Harvard Business Review*, 1(2), 30-45.
- Porter, M. E. (1991). La ventaja competitiva de las naciones (Vol. 1025). Vergara.
- Porter, M. E. (2015). Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. Grupo Editorial Patria.
- Quiroz, N., & Lopera, M. E. (2013). Caracterización de un modelo de gestión del conocimiento aplicable a las funciones universitarias de investigación y extensión: Caso Universidad CES. Tesis de doctorado. Universidad del Rosario]. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/4651>
- Ruiz, M. A., Font Graupera, E. & Lazcano, C. (2015). El impacto de los intangibles en la economía del conocimiento. *Economía y desarrollo*, 155(2), 119-132.

Vera, J. R. & Ganga, F. A. (2007). Los clusters industriales: Precisión conceptual y desarrollo teórico. Cuadernos de Administración, 20(33), 303-322.

Waissbluth, M. (1990). Gestión tecnológica en la empresa: BID-SECAB-CINDA, Programa de Fortalecimiento de la Capacitación en Gestión y Administración de Proyectos y Programas de Ciencia y Tecnología en América Latina. Centro Interuniversitario de Desarrollo.

CAPÍTULO 3

Clústeres y su importancia para el desarrollo aeroespacial en Colombia

- EGO MORANTE, EMAVI
- Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—
- Fuerza Aérea Colombiana
- DR. GERMÁN RODRÍGUEZ
- Fuerza Aérea Colombiana
- WILSON LÓPEZ
- Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—
- Fuerza Aérea Colombiana

Introducción

La presente investigación se refiere analizar los distintos modelos de clúster aeroespaciales de diferentes países. Se trataron temas específicos como sus características de producción, marco histórico, antecedentes y la descripción de sus componentes. La característica principal de estos clústeres aeroespaciales es su importancia a nivel mundial, debido al desarrollo de los modelos de gestión y los desarrollos tecnológicos.

Los clústeres aeroespaciales son un grupo de empresas buscando un propósito común, contribuyen a fortalecer la economía y la industria en el país donde se desarrollen facilitando la innovación y los avances tecnológicos.

Este trabajo se realizó con el interés de recopilar información para el desarrollo y creación de clústeres aeroespaciales en Colombia, el tipo de investigación realizada es deductiva desde lo histórico-documental, debido a que se investigó acerca de los antecedentes de los clústeres aeroespaciales representativos de varios países de forma que la información bibliográfica analizada proviene de páginas web y artículos PDF; como método de investigación se utilizó el análisis, lo que permitió buscar información más global de los clústeres aeroespaciales para definir y analizar sus modelos, estructuras y componentes de una forma comprensible y la síntesis. Las fuentes de investigación son tomadas directamente de publicaciones de los clústeres aeroespaciales mundiales. Se buscó información en bases de datos en formatos PDF y publicaciones en las páginas web de los clústeres aeroespaciales a nivel mundial.

Colombia cuenta con clústeres aeroespaciales nacientes y carecen de conocimiento y tecnología con respecto al sector, el país está atrasado tecnológicamente en un sector que podría ayudar a incrementar la economía de este con su desarrollo tecnológico e innovador.

Actualmente no se cuenta con el personal, instalaciones y tecnología suficiente para empezar a ascender peldaños en el sector aeroespacial y avanzar hacia un futuro moderno en donde sea capaz de construir sus propias aeronaves y componentes pertenecientes a estas.

Desde hace muchos años Colombia ha presentado algunos desarrollos en el sector aeronáutico, pero no se visualizan avances significativos en esta área, debido a la falta de interés de empresarios, gobierno, gremios, academia, entre otros, sin embargo, algunas empresas presentan pequeños avances en este sector, el cual no es significativo, pero si lo necesario para el desarrollo de las iniciativas de clústeres aeroespaciales.

Revisión de literatura

El término clúster fue acuñado por Porter (1990) en su estudio sobre la ventaja competitiva de las naciones, consideraba que la agrupación de empresas y su correspondiente especialización en determinadas actividades productivas contribuía favorablemente sobre los cuatro polos del diamante que explica la ventaja competitiva. No obstante, lo

definía como “la agrupación en un territorio de pequeñas empresas de características similares, que tratan de mejorar su productividad como consecuencia de la división del trabajo entre las mismas” (Grajirena et al., 2004).

Los clústeres son aquellos que promueven competencias y cooperación entre empresas, la participación de las empresas en el clúster es de forma vertical, con habilidades e información, se caracterizan por desarrollarse en una localidad específica que a su vez representa ventajas debido a que se encuentra un acceso rápido al personal calificado, a los proveedores, a empresas complementarias, el trabajo en equipo con empresas o instituciones de soporte y acceso a información especial. Esto permite sostenibilidad económica y competitividad para aquellas empresas que integran los clústeres.

El concepto clúster va más allá de las redes horizontales simples, en las cuales, las empresas que operan en el mismo mercado de productos finales y pertenecen al mismo grupo industrial cooperan en ciertas áreas, comprendiendo alianzas estratégicas con universidades, institutos de investigación, servicios empresariales intensivos en conocimiento, instituciones puentes (comisionistas, consultores y clientes) (OECD, 1999), permite referenciar que la cooperación de empresas en un mismo sector aporten al desarrollo industrial. Las empresas deben trabajar de forma conjunta con universidades e institutos de investigación, para que sus fines sean más claros y alcanzables. El origen de los clústeres puede influir de forma accidental, como una opción que conduce a las empresas a crearse en un lugar específico, para luego acontecer a un proceso acumulativo (Krugman, 1991).

Aunque no solo el lugar influye en la creación de un clúster, sino también la probabilidad de que dichos acontecimientos accidentales conlleven al nacimiento de sectores competitivos. Para que exista un clúster se deben presentar una serie de factores tales como: trabajadores especializados, una localización física favorable, una infraestructura buena y apropiada; de igual forma los clústeres pueden surgir por una necesidad o una demanda local inesperada o tal vez por el impulso de empresas innovadoras que pretenden engrandecer varios sectores de la economía y estimulen el crecimiento de otras empresas (Krugman, 1991).

Se distinguen tres áreas que colaboran a la aparición de los clústeres: “la intensidad de la competencia local, el clima general de la competencia local, el clima general del lugar para la formación de nuevas empresas y la eficiencia de los mecanismos formales e informales de unión entre integrantes del clúster” (Krugman, 1991), así como la creación de un clúster se debe a varios factores, también el declive o los motivos por los cuales decaigan pueden ser por distintas causas. Las causas endógenas son aquellas que se originan dentro del clúster, estas pueden ocasionar la disminución de la producción o tal vez de la capacidad que tiene de innovar en sus sistemas o procesos de gestión de la calidad y las amenazas externas son aquellas conocidas como exógenas, pueden ser ocasionadas por un cambio severo en la tecnología, esto afectaría al clúster en sentido en que desconocería los lineamientos del mercado, los aportes científicos y sobre todo lo relativo con sus proveedores.

Tipos de clúster

Clústeres de supervivencia. Aquellos que están conformados por microempresas pertenecientes al "sector informal" de la economía. Estas poseen un capital social bajo, competencia destructiva y poca innovación. La microeconomía normalmente funciona con la entrada y salida continuamente de empresas. Su potencial es limitado con un desarrollo a mediano y largo plazo (García & Marquetti, 2005).

Clústeres fordistas. Poseen industrias pequeñas y medianas que manejan un modelo de producción dominante conocido como producción en masa. Muchas surgieron en el periodo de la industrialización sustitutiva de importaciones, para después adaptarse de forma lenta al modelo de estandarización flexible, algo que también los caracteriza es su bajo nivel de integración vertical y estrechas relaciones con las empresas locales con respecto a los suministros, no aprovechan las ventajas con mayor intensidad debido al tipo de restricciones que poseen (García & Marquetti, 2005).

Clústeres transnacionales. Aparecen como el resultado del cambio estratégico de una empresa, con respecto al aprovisionamiento y a la formación de redes sociales, este tipo de clúster es liderado por una gran empresa (García & Marquetti, 2005).

Modelo de clúster. De los modelos a tener en cuenta en los clústeres es el de Michael E. Porter (1990), con su teoría del diamante competitivo en la que determina varios aspectos de gran importancia para el desarrollo de la competitividad de las empresas, según el cual, permite que los clústeres se puedan crear en determinados lugares como las condiciones de los factores, la estructura de la industria a la cual pertenecen las empresas, incluyendo el esquema de las rivalidades que tienen entre sí, las condiciones de la demanda, la situación de las industrias relacionadas y de apoyo (Porter, 1990).

Son de suma importancia estos aspectos, con ellos las empresas pueden saber o explicar su rendimiento con las otras y sobre todo conocer cómo generar, mantener y hasta perder sus ventajas competitivas, también les permiten a las empresas saber cómo es el entorno en el que operan. Los clústeres pueden estar compuestos por instituciones enlazadas con empresas, representando así una forma de estructura organizacional, que ofrece ventajas como la eficiencia, efectividad y flexibilidad.

Existen varios factores que integran un clúster industrial, que se encuentran dentro de la cadena de valor básica y los que se encuentran fuera de esta, quienes le dan apoyo a la cadena de valor, estos factores son: los proveedores de materia primas aportan sus productos a los proveedores especializados o directamente al núcleo del sector; los proveedores especializados que son a quienes el núcleo del sector subcontrata partes específicas de su producción. El núcleo del sector y los canales de distribución y comercialización desempeñan un importante rol en el clúster debido a que el núcleo lo componen el número de empresas que constituyen a este mismo, y los canales de distribución y comercialización permiten que las empresas pertenecientes al clúster puedan vender sus productos y servicios a la demanda final. Esta última adquiere los bienes manufacturados del núcleo de la organización, sean empresas o individuos.

De los agentes que le prestan apoyo a la cadena de valor se encuentran las organizaciones que promueven el conocimiento y la actividad innovadora dentro del clúster, estas pueden ser por ejemplo universidades, institutos I+D, agrupaciones profesionales, centros de control de la calidad, entre otros. Tanto las instituciones de apoyo al sector y las industrias y servicios relacionados, también pertenecen a la parte exterior de la cadena de valor incluyendo en sí los gobiernos regionales y locales, las oficinas de patentes y marcas; y, en servicios relacionados, las operadoras de telecomunicaciones, compañías eléctricas, sistemas financieros.

Clúster aeronáutico. La agrupación de empresas que buscan como fin alcanzar objetivos en el clúster aeroespacial, permite que la competitividad innovadora, tecnológica y competitiva de una región prevalezca en el mercado a través de los tiempos. El sector aeroespacial se ha convertido en uno de los campos con mayor conocimiento adquirido en el desarrollo de la competitividad.

Industria aeronáutica. Este tipo de industria se encarga de la creación de aeronaves y componentes relacionados, para que sean distribuidas en todo el mundo. La industria aeronáutica genera a nivel mundial alrededor de más de 650 millones de dólares, se fortalece por medio de crear empleos competitivos y muy especializados, y sobre todo permite el desarrollo de nuevas tecnologías y actividades innovadoras, agregando a la cadena productiva mucho valor, sobre todo cuando se piensa en componentes de aeronaves y su respectiva construcción (Secretaría de Economía, Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología, 2012). El crecimiento de la demanda de aviones ha permitido que esta industria aeronáutica tenga un mayor auge en el mundo entero, el cambio de flotilla de varias aerolíneas de países asiáticos también es un factor muy importante para que la demanda de aeronaves prevalezca en el mercado.

El sector aeronáutico ocupa un papel muy importante en los países que poseen las industrias más reconocidas de empresas productoras de aeronaves, debido a que este es el más seguro medio de transporte utilizado a nivel mundial. Es una forma rápida y confortable de viajar, utilizada hasta en lugares remotos de llegar y no solo se utiliza en el ámbito comercial, sino también para la defensa de un país o de una nación, por medio del ámbito militar. El deterioro continuo de los componentes de las aeronaves permite que las empresas ubicadas en el sector de la industria aeronáutica, mejore sus procesos de gestión de calidad y engrandezcan sus técnicas de producción.

Industria aeroespacial. Este tipo de industria está formada especialmente por el sector aeronáutico y espacial, y es considerada una de las más grandes y globales que existen hoy. Ha tenido gran auge en países industrializados dándoles la oportunidad de crecer continuamente en su economía.

La industria aeroespacial en los últimos años ha tenido cambios significativos. En el caso de la aeronáutica, muchas aerolíneas han venido probando márgenes más bajos, lo que representa un descenso en la demanda de aviones por parte de las empresas más grandes que fabrican aeronaves o integradores de estas. Como resultado de esta problemática, los fabricantes están subcontratando la producción de muchos

componentes de las aeronaves con el propósito de enfocarse solamente en el diseño, ensamblaje y mercadeo de vehículos aéreos.

Esta situación ha sido la apertura para el desarrollo de clústeres alrededor del mundo con proveedores potenciales para los distintos fabricantes de aeronaves. Por otra parte, en la industria espacial, la mayoría de sus cadenas de abastecimiento se encuentra centralizada en países industrializados. Lo esperado para este tipo de industria es la subcontratación para que su crecimiento sea constante como el de la aeronáutica.

La industria aeroespacial tiene gran crecimiento en los países industrializados debido al auge de las tecnologías presentes en estos y sobre todo al recurso humano capacitado para el desarrollo de esta. Los Estados Unidos de América es uno de los países que tienen un gran avance en el campo aeroespacial debido a su frecuente inversión de capital en el transcurso del siglo XX. La investigación y el desarrollo son de gran importancia para el crecimiento de empresas aeroespaciales debido a que, según expertos, el resultado de las investigaciones se denota a través del tiempo.

Industria aeroespacial en China. La industria aeroespacial en este país se desarrolla a finales de los años 50 aproximadamente en 1956, cuando el gobierno estableció el plan de desarrollo de la industria espacial creando así las respectivas organizaciones científicas de investigación.

Este tipo de industria se especializó básicamente en la creación de satélites. El primer vehículo fue lanzado por China en 1964. El 24 de abril de 1970 pusieron en órbita su primer satélite con la utilización de la lanzadora LM-1. La avanzada tecnología utilizada en la industria aeroespacial de China permitió que para el año de 1981 pudieran lanzar tres satélites al mismo tiempo, y que para el año de 1997 realizaron 43 lanzamientos exitosos.

Los satélites desarrollados por China son de tipo recuperables, de los cuales han recuperado 14 desde 1975. China ha tenido un gran reconocimiento por su tecnología de forma internacional, haciendo que en 1987 realizara su primer servicio comercial para una empresa del extranjero, conocida como Matra, de origen francés.

La industria aeronáutica también juega un papel importante en el desarrollo de tecnologías aunque solamente se limita a la fabricación de partes de aeronaves, principalmente por el mantenimiento y reparación de estas mismas, con centros que operan en Beijing y Guanzhou (Robles, 2013).

China ha alcanzado un mayor desarrollo en el sector correspondiente a los helicópteros, manteniendo negocios con fabricantes norteamericanos y europeos; construyen helicópteros desde el año 2005 de tipo comercial, con componentes y know-how Occidental.

La aviación civil de China junto con la de Estados Unidos desarrollaron la aeronave ARJ21. Esta aeronave fue pensada en construirse hace más de 13 años por la Corporación China de Aviación Comercial, su capacidad es de 90 pasajeros con un alcance de 2.275 kilómetros (El País, 2015).

La Corporación China Aeroespacial es un grupo de grandes empresas dedicadas principalmente a la investigación, diseño, fabricación y puesta en marcha de los sistemas espaciales, como los vehículos de lanzamiento, satelitales y naves espaciales tripuladas, así como misiles, también posee un servicio de lanzamiento internacional de misiles. Gestiona grandes ingenierías de sistemas debido a que tiene la capacidad de hacerlo. Su industria se distribuye en Beijing, Shanghai, Tianjin, Xián, Chengdu, Mongolia, Hong Kong y Hainan (El País, 2015).

Industria aeroespacial en India

Esta industria se ubica en el sector bélico y espacial. La India ya fabrica los aviones rusos Su-30 MKI debido a que la empresa Hindustan Aeronautics Limited Corporation recibió licencia para producir aviones de estos y a su vez capacitación y equipamiento tecnológico (Robles, 2013).

Industria aeroespacial en Canadá. La industria aeroespacial se basa en la fabricación de aeronaves, anteriormente ha fabricado aeronaves militares con sus propios diseños, como por ejemplo está el CF-100 de combate, aunque Canadá recibe las importaciones desde Estados Unidos, quienes suplen las necesidades de esa nación (Morán & Mayo, 2013).

La industria aeroespacial de Canadá aparece durante la Primera Guerra Mundial con la creación de Canadian Aeroplanes Limited, debido a la necesidad de manufacturar aeronaves para los británicos; no obstante, la Segunda Guerra Mundial permitió que la industria canadiense en este sector poseyera una mejor mano de obra y sobre todo calificada e innovadora en sus procesos, gracias a los convenios que existieron entre Estados Unidos y Canadá, especialmente el acuerdo Ogdensburg y declaración de Hyde Park (FEMIA Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial-Secretaría Económica, 2012).

El gobierno y la industria aeroespacial en Canadá siempre han estado unidos de la mano, mediante programas conocidos como TPC (Technology Partnership Canada) y el SADI (Strategic Aerospace and Defense Initiative) (FEMIA Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial-Secretaría Económica, 2012).

Industria aeroespacial en Brasil. La industria en este sector aparece en el año de 1969 con la creación de Embraer-Empresa Brasileira Aeronáutica, S.A., el objetivo por el cual esta empresa fue creada se remonta a la producción de aeronaves locales con licencia extranjera. Sus primeros años fueron de prosperidad, hasta que sufrió una crisis financiera alargada hasta los años noventa. Esta empresa, en el año de 1994, pasa a ser privada, y sus poseedores serían tres empresas privadas de Brasil (Robles, 2013). Esta industria es considerada con un potencial aeroespacial latinoamericano por su gran crecimiento en los últimos años. Junto con las grandes empresas aeroespaciales a nivel mundial, ha logrado mantener importantes relaciones que le ha permitido crecer en este sector, tanto que es independiente de los Estados Unidos que ha sido con quien ha tenido un gran acercamiento.

Mantiene un buen contacto con Rusia quienes les da asesoría de cómo pueden desarrollar un vehículo lanzador con la capacidad de poder colocar satélites en órbita. La observación de recursos terrestres lo ha realizado con la ayuda de China con quienes ha desarrollado satélites que realizan dicho trabajo. Brasil sí ha sabido cómo invertir sus recursos, por ejemplo, el año de 2011 se destinaron 318.6 millones de dólares para su más importante programa espacial (FEMIA Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial-Secretaría Económica, 2012).

Embraer ha sido la empresa líder en la innovación aeroespacial para una sola región a nivel mundial, y es la competencia de Bombardier, empresa canadiense (FEMIA Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial-Secretaría Económica, 2012).

Desarrollo

Clústeres aeroespaciales a nivel mundial

La industria aeroespacial se ha incrementado en los últimos años, representando un gran papel para la economía de los países que inician este tipo de industria dentro de sus actividades de desarrollo. La creación de clústeres aeroespaciales permite a las empresas ser más competitivas en su sector económico y hacer que sus procesos de producción sean más eficientes frente a la demanda que se quiere cubrir (Morante & López, 2018).

Los mayores beneficiados en la creación de los clústeres aeroespaciales son los países que presentan esta actividad industrial, debido a que ayuda a incrementar la economía del país con aportes de innovación y tecnología.

Clústeres aeroespaciales de Europa. El continente europeo cuenta con gran cantidad de clústeres aeroespaciales, capaces de mantener la industria aeroespacial del sector. En Europa se encuentran unas de las mejores empresas de construcción, mantenimiento y desarrollo de aeronaves y sus componentes. Los clústeres de Europa se han unido para poder crear la Asociación Europea de Clúster Aeroespacial (EACP).

Clústeres aeroespaciales de Reino Unido. El Reino Unido, así como muchos países europeos, ayuda a incrementar el desarrollo aeroespacial en el continente, permitiendo el auge de la tecnología y la investigación con los siguiente clústeres:

Consorcio Aeroespacial Farnborough: los actores principales de la industria Boeing, Bae, Thales, CobhamQinetiq, Airbus industrie, Bae Systems, Rolls-Royce, Universidad de Manchester, Universidad de Liverpool, Universidad de Salford, Universidad de Lancaster, Parque de Ciencia e Investigación de Daresbury. Participación en redes de conocimiento, convenios con los Emiratos Árabes Unidos y la India.

Respecto a ciencia y tecnología, fortalezas y competencias significativas en integración con redes de transferencia de conocimiento entre la academia, el gobierno y la industria, integración de sistemas de aviones militares, componentes de fuselaje, mecanizado de titanio, componentes militares, subsistemas componentes de motor y el diseño de sistemas UAV, sistemas autónomos, compuestos de carbono, ingeniería de carbono,

ingeniería virtual y capacidad de modelación de habilidades. Los principales retos desarrollar una tecnología basada en un alto rendimiento competitivo mundial, cadena de suministros innovadora.

Clústeres aeroespaciales de Alemania. Este sector es innovador y de gran desarrollo, ayudando a atender la demanda mundial tanto en la producción de aeronaves civiles y militares. Los negocios de Alemania se basan en políticas económicas e innovadoras de las cuales se resalta la investigación y la tecnología aeronáutica. Se ha incrementado el apoyo a las instituciones y empresas dedicadas a este tipo de industria garantizando una estabilidad económica y, sobre todo, en proyección a alcanzar puestos de trabajo cualificados. Los siguientes son los clústeres aeroespaciales que se establecen en el territorio nacional de Alemania, ayudando a su desarrollo e innovación de tecnologías aeronáuticas (European Aerospace Cluster Partnership, 2021):

Los principales actores Airbus, Lufthansa Technik, Aeropuerto de Hamburgo, el Centro Aeroespacial Alemán (DLR), Agencias de Desarrollo Regionales, Instituciones de Desarrollo y la Ciencia, Universidad de Hamburgo, Centro de Hamburgo de la Aviación Formación (HCAT), Centro de Investigación Aplicada Aeronáutica ZAL, Corporación Desarrollo de Negocios de Hamburgo (HWF), Asociación de Industrias Aeroespaciales Alemana (BDLI), universidades e institutos de investigación.

El Cluster Aviabelt-Bremen-Berlin-Hamburg Aviation-Brandenburg Aerospace Alliance Centro de competencia para el sector Aeroespacial y la tecnología espaciales Sajonia / Turingia – LRT. Respecto a ciencia y tecnología, sus fortalezas y competencias significativas es el liderazgo de los intereses de las empresas y los institutos de aeronaves en el noroeste de Alemania, trabajan en el campo de la fabricación, ingeniería, desarrollo de la investigación, en el campo de la educación y la formación, promueven el desarrollo tecnológico, preparación y construcción especialmente en aviones Airbus A318, A319 y A321. Su competencia específica en las áreas de montaje del fuselaje, sistemas de cabina y equipamiento interior de la cabina, conceptos individuales para el mantenimiento, reparación y revisión de aeronaves, aplicación de nuevos materiales y compuestos, soluciones integrales innovadoras para el transporte aéreo.

Su fortaleza radica en la tecnología de motores, pruebas y simulación, avionetas, MRO y servicios de ingeniería, fabricación, investigación y servicio, fabricación de componentes, ensayos de estructuras de vuelo del avión y espaciales, proyectos de investigación y desarrollo en tecnología aeroespacial, servicios de mantenimiento del tráfico aéreo y apoyo de aviones.

Sus puntos fuertes están en fabricación de motores de aviación, aeroestructuras, sistemas de armas, componentes de aviones, componentes de aviónica, interiores de aviones, soluciones de compartimiento de carga, sistemas de simulación y entrenamiento, aviónica, satélites, componentes de lanzadores, GMES.

En cuanto a proyectos de I + D, sus campos de aplicación, metálicas y estructuras híbridas, nuevas estructuras compuestas y mejoradas, materiales compuestos nuevos

y mejorados, tecnologías de compuestos de unión (unión, remachado, etc.), nuevas tecnologías de soldadura, pruebas del sistema en red, los proyectos de investigación giran en torno a productos y procesos de innovación que impulsarán la ampliación de la competencias de los clústeres en aeronaves y sistemas, cabinas y los sistemas de cabina, servicios de aviación y sistemas de transporte aéreo, uso de células de combustible como fuente de energía para las aeronaves y en la mejora de los niveles de ruido y calidad del aire dentro de la cabina de la aeronave, los procesos aeroportuarios han sido optimizados, el desarrollo y cualificación de la tecnología aeroespacial, así como materiales y pruebas estructurales, materiales especialmente los compuestos, revestimiento, eléctrica, electrónica y equipos ópticos.

Los principales retos: empleados altamente calificados, promoción del personal técnico y de ingeniería, promoción de la transferencia de innovación de las unidades de I + D a los OEM, para adaptarse a las nuevas condiciones cambiantes de los mercados internacionales de aeronaves, la creciente demanda del mercado requiere que el tráfico aéreo exija ideas innovadoras para ahorrar recursos importantes y disminuir el consumo de combustible, y al mismo tiempo mejorar la comodidad, flexibilidad y fiabilidad.

Ser un centro de competencia para los sistemas de los motores y la tecnología de satélites, liderazgo en el sector de la aviación y la tecnología de procesamiento orientado al espacio, teniendo en cuenta toda la cadena global de valor local, centro de competencia para la simulación y pruebas, tecnologías de seguridad de los aeropuertos, tecnologías de aplicación UAV.

Potencializar la industria aeroespacial regional para explotar efectos sinérgicos y ampliar las competencias y conocimientos, apoyo a la formación de redes de cooperación de investigación y desarrollo con socios industriales regionales, fortalecimiento de la competitividad en las pequeñas y medianas empresas, fuerte participación de los actores más pequeños en las cadenas de suministro globales.

Clústeres aeroespaciales de España. El comienzo en la industria aeroespacial fue una gran oportunidad de tener un crecimiento próspero, y, con el proyecto Airbus sería nombrada la quinta potencia europea en el sector aeroespacial tanto en facturación como empleo. España fabrica componentes de aeronaves para empresas líderes en el sector aeroespacial y militar, también algunos productos propios (Ministerio de Industria- Turismo y Comercio- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, 2007).

Participantes con clústeres: Hegan, Hélice, Clúster Aeroespacial de Madrid, Clúster Aeroespacial Aragonés, Madrid (Madrid Network), Andalucía (Aerópolis), País Vasco (Hegan); empresas representativas como Airbus, EADS-CASA, Eurocopter, ITP, Aernnova, Indra.

Ventajas comparativas y competitivas: en el área logística y mano de obra calificada, industrias similares y fomento de carreras aeronáuticas; a nivel industrial: Aeroespacial EADS (TIER 1) actúa como impulsor de las empresas, en los subsistemas completos para aeroestructuras ITP, subsistemas completos para motores, ingeniería y subconjuntos de aeroestructuras, motores, espacio y sistemas y equipos, subsistemas completos para aeroestructuras, resultan una ventaja competitiva.

Fortalezas y competencias: la cooperación entre asociados, clientes y programas con visión a largo plazo, con competencias desde conjuntos estructurales, piezas estructurales y compuestos, mecanizado y fabricación de lámina de metal complejo, sistemas eléctricos, herramientas de diseño y fabricación, pruebas y análisis y servicios de logística, Galileo, control del tráfico aéreo, sistemas de navegación, manufactura avanzada, diversificación (Tier1), vehículos aéreos no tripulados, la energía y el reverdecimiento. Con capacidades tecnológicas en servicios de ingeniería, tratamientos superficiales, componentes, metrología y la validación, mecanización, inyección, estampación, servicios de consultoría. Proceso de transformación de plásticos: herramientas TIC para el desarrollo, Rapid Prototyping, Rapid Tooling y Rapid Manufacturing, diseño de moldes para materiales compuestos, los aparatos electrónicos y de sonido y el cableado eléctrico, mecanizado, herramientas e inyección, procesos con nanomateriales.

Ciencia y tecnología trabajan en proyectos de colaboración, involucrados en proyectos de I+D en todos los niveles: regional, nacional y europeo; individual y colectivo; investigación, desarrollo e innovación; ingeniería, procesos, materiales y pruebas. Con centros de tecnologías avanzadas aeroespaciales con competencias básicas para diseñar, desarrollar y coordinar las actividades de investigación en el campo de la aeronáutica, con especial interés en la transmisión de los resultados de la academia para la industria. Experiencia en materiales y procesos, automatización y robótica, aviónica y sistemas de mesa, simulación y software, pruebas de vuelo basados en plataformas UAV.40, grupos de investigación de la Escuela de Ingenieros participan en actividades de investigación relacionadas con las operaciones aeroespaciales.

Los principales retos: reforzar la cadena de valor, mejorar el posicionamiento en el mercado (clientes), representación y comunicación, contexto para tomar decisiones estratégicas en generar, retener y atraer talento humano, transformar el clúster aeroespacial basado en el conocimiento, para sobresalir en gestión de programas de transporte militar, fortalecer la cadena de suministro aeroespacial, mantenerse a la vanguardia en tecnologías de materiales compuestos, ingeniería de fabricación, materiales avanzados, navegación por satélite y Air Traffic Systems, explotar el potencial en actividades emergentes, la estrategia se basa en un liderazgo colaborativo con las empresas, con el apoyo del sector científico / académico y la administración regional, promover la cooperación transnacional entre clústeres, pymes, centros de investigación y centros tecnológicos.

Clúster aeroespacial de Bélgica. Este sector tiene un valioso papel en la economía, son muchos los aviones y aeronaves espaciales que se están desarrollando y produciendo en este país, el sector aeroespacial persigue objetivos como: ser miembros en los programas de I+D, monitorear los avances en el sector tecnológico y entre otros (Ami Global Market, 2014). La interacción de las empresas con nuevos centros tecnológicos en el desarrollo aeroespacial, conocidos como clústeres de los cuales se destaca: Sonaca, SABCA, Techspace Aero (Safran), Thales Bélgica, Thales Alenia Space.

Las fortalezas y competencias en materiales y procesos compuestos, materiales y procesos metálicos, sistemas embebidos, servicios aeroportuarios, aplicaciones y sistemas espaciales, modelización y simulación, motores de aeronaves, partes, estructuras aero y espacio, sistemas de telecomunicaciones, componentes satelitales software, diseño de micro-satélite y software, la óptica y la mecatrónica, mecánica de precisión y mecanizado.

En ciencia y tecnología en la selección, organización y presentación proyectos de inversión en I+D al Gobierno, mantener su competitividad en un negocio abierto y globalizado, la desventaja de una mano de obra relativamente cara, pero la fuerza de trabajo es una de las más cualificadas en el mundo, por lo tanto el nivel de productividad es muy competitivo (European Aerospace Cluster Partnership, 2021).

Clúster aeroespacial de Francia. El sector de mayor exportación es el aeroespacial (Scribd, 2014), los más representativos Aerospace Valley, Astech Región de París, Aériades, PôlePégase, Airbus, Dassault-Aviation, Sogerma, Thales Alenia Space, EADS-Astrium, SAFRAN, Turbomeca, Alstom, Freescale, Continental Automotive, Thales Avionics, Goodrich, Rockwell-Collis.

Fortalezas y competencias es la agrupación más grande de I+D dedicada al sector aeroespacial. ASTECH Región de París es un polo de competitividad dedicada a la aeronáutica y el espacio, representada en cuatro (4) mercados principales (lanzadores espaciales, aviación de negocios, de propulsión y equipos aeroespaciales).

Competencias principales en tecnologías: materiales metálicos y no metálicos, prototipado rápido y fabricación rápida, procesos de fabricación (soldadura, fabricación de materiales compuestos). Se enfoca en nuevos sistemas de aire para aeronaves de transporte de carga pesada, luces de UAV para observación, misiones asignadas para helicópteros, efectos de suelo para aeronaves, luces ultra alimentada por electricidad, HALE/MALE y mini satélites de UAV, implementa plataformas de innovación con el fin de proporcionar equipos de alto nivel para las pyme para mejorar su nivel tecnológico en términos de mecánica avanzada, factores humanos, y sistemas complejos.

Ciencia y tecnología entre organizaciones de la industria y de investigación de las áreas científicas y técnicas relacionadas con los sectores de la aeroespacial y sistemas embebidos participan en diversos proyectos de I+D en colaboración, en proyectos en aeronaves de carga pesada, luces de UAV, aviones propulsados por electricidad eléctrica, aviones estratosféricos, mecánica avanzada y fabricación rápida, gestión de factor humano, el uso de las TIC para la gestión de la misión y la simulación.

Principales retos: mantener y aumentar el empleo aeroespacial mediante el fomento de las competencias locales y regionales en las áreas técnicas y económicas dedicadas, para permitir el desarrollo científico, creación y fortalecimiento de la red aeroespacial entre pymes y grandes empresas industriales con el fin de estimular proyectos innovadores y reforzar la competitividad de la región, apoyar el crecimiento de las pyme, desarrollar cooperación de negocio y asentamientos regionales, implementar el ecosistema más

competitivo para los dominios enfocados por el clúster (European Aerospace Cluster Partnership, 2021).

Clústeres aeroespaciales de Italia. Se destaca por sus principales desarrollos en el sistema satelital avanzado Cosmo-Skymed con el objetivo de tener una mejor observación de la Tierra, manejo de riesgos ambientales, defensa y seguridad global (20 Minutos, 2015b). Los siguientes son los clústeres que se han desarrollado en Italia: Torino Piemonte Aeroespacial, Campani aerospace.

Fortalezas y competencias: conocimientos técnicos, productos y procesos innovadores, de calidad, desarrollo de programas, cobertura global, capacidad de los recursos humanos de trabajo potencial y equipo, el patrimonio, la calidad del producto, capacidad de diseño de proyectos y la flexibilidad son sus principales factores competitivos, construcción de componentes de aeronaves complejas, mantenimiento y partes especializadas, suministro, fabricación y herramientas son los tres campos principales de funcionamiento.

Ciencia y tecnología, desarrollo de plataformas tecnológicas en vehículos de vigilancia no tripulados. soluciones al medio ambiente aeronáuticos, tecnologías para exploraciones espaciales, células de combustión de hidrógeno Ultralight de propulsión de vehículos eléctricos, monitoreo ambiental por sensores avanzados y más ligeros que las plataformas aéreas de apoyo a las acciones urbanas y suburbanas de alerta temprana, nanocompuestos, reducción del ruido en la cabina, control de flujo de aire por el remolino retenido, método chorro de co-flujo para el estudio del aumento de actuaciones aerodinámicas, modelado de acreditación de hielo, dinámica del helicóptero, sistema compatible de la manufactura en la industria aeroespacial.

Principales retos desarrollar una sólida oferta global conjunta en el suministro de partes y componentes aeroespaciales al aumentar las relaciones de redes y sinergias entre los clústeres europeos y la comunidad aeroespacial internacional. Promover el sector y la capacidad de trabajo en red y ofrecer apoyo al desarrollo e internacionalización con nuevas alianzas, relaciones comerciales y la participación de los principales proyectos europeos estratégicos de las pyme (European Aerospace Cluster Partnership, 2021).

Clúster aeroespacial de Polonia. Se caracteriza por tener una industria aeroespacial de alta calidad, así como por la construcción de aeronaves, helicópteros y planeadores (Embajada de la República de Polonia en Chile, 2012). Exporta su producción aeroespacial a Canadá, Reino Unido, Francia, Italia y Estados Unidos. La experiencia en el sector para este país es significativa para su desarrollo, ya que acumulan más de 80 años participando en el desarrollo de la industria aeroespacial (20 Minutos, 2015a).

Actores principales de la industria: Asociación sin fines de lucro WSK "PZL-Rzeszów" SA / Pratt & Whitney PZL Świdnik PZL Mielec / Sikorsky Hispano Suiza Polska Grupo Safran Goodrich KrosnoMTU Aero Engines Polska +.

Las fortalezas y competencias de este sector: es una industria impulsadora de clúster, independiente, con visión y objetivos claros, con un fuerte liderazgo y éxito de la cooperación con el mundo académico.

En ciencia y tecnología, estudio de prospectiva tecnológica para la industria aeroespacial polaca, sus principales retos: estudio y misiones comerciales, asegurar un número suficiente de ingenieros y especialistas, desarrollo eficientemente de la cadena internacional de suministro, agrupación en clúster, actividades de racimo transfronterizos, participación en proyectos de I+D (European Aerospace Cluster Partnership, 2021).

Clúster aeroespacial de Suiza. Suiza a pesar de que es un país que no tiene salida al mar y que sobre todo que es una república federal de 26 estados, se le ha permitido tener una industria como el Clúster Aeroespacial Suizo.

Actores principales de la industria: BucherLeichtbau AG / Bucher Grupo, Plastikabalumag, Novasys AG, Lufthansa Systems, RUAG Aerospace, PilatusFlugzeugwerke AG, Alaligera, Acutronic AG, Schweizerische Vereinigung für Flugtechnische Betriebe, ALU Menziken Aeroespacial.

Fortalezas y competencias: desarrollo de transferencia de tecnología en navegaciones satelitales entre institutos de investigación y la industria, programa de desarrollo de recursos humanos y para los jóvenes en ocupaciones técnicas / aeroespaciales, desarrollo de una plataforma B2B.

Ciencia y tecnología: proyectos en navegaciones, sistemas de seguridad de realidad virtual en cabinas de alimento en el espacio, proyectos de biología espacial, transferencia tecnológica en estructura y composite.

Principales retos: plataforma estándar para la transferencia de tecnología y exportación / B2B de la industria suiza aeroespacial y SatNav, el desarrollo de cooperaciones con grupos aeroespaciales Europeos (European Aerospace Cluster Partnership, 2021).

Clústeres aeroespaciales de Canadá. Desde sus comienzos ha estado desarrollando mejores técnicas para el sector aeroespacial, lidera el campo de la robótica aeroespacial, ha desarrollado de forma avanzada satélites como el Radarsat 2 para la observación terrestre y aeronaves de importancia militar (López Salas, 2010). Las principales conglomeraciones se ubican en Montreal, donde se centra el 50% de la industria aeroespacial, y Toronto donde se diseñan modelos regionales para el modelo DHC-8 produciéndose a su vez sus componentes (Hualde et al., 2008).

Actores principales de la industria: Bombardier, P&WC (motores de turbinas de gas), CAE (equipos de simulación de vuelo), Honeywell (sistemas de control), Bell Helicopter Textron, CMC Electronics, Magellan Aerospace, Heroux Devteky, Pratt&Whitney, Bell HelicopterTextron, Boeing, Goodrich, Messier-Dowty, RollsRoyce, General Dynamics.

Clúster Aeroespacial Aero Montreal de Quebec fue creado en el año 2006. Está formado por fabricantes de equipos, subcontratistas y proveedores líderes, empresas, instituciones educativas, centros de investigación altamente competitivos y organizaciones internacionales como la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), el Consejo Internacional de Negocios de Aviación (IBAC) y la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) (Aero Montreal, 2021).

Clústeres aeroespaciales de Estados Unidos

Considerado uno de los países líderes en el desarrollo e innovación en la industria aeroespacial, los lugares en los que se concentra mayor desarrollo en la industria aeroespacial son Los Ángeles, Seattle, Washington, Wichita y New York (Hualde et al., 2008).

Las empresas extranjeras se sienten atraídas por el mercado aeroespacial de Estados Unidos debido a que este presenta una fuerza laboral capacitada, extensos sistemas de distribución, apoyo a nivel local y nacional para la promoción y la política (Select Usa, 2021). El sector aeroespacial en Estados Unidos abarca aproximadamente la cifra de 500.000 trabajadores en el ámbito científico y técnico, y cerca de 700.000 en los campos relacionados con el sector (Select Usa, 2021).

Las conglomeraciones también cumplen un importante papel dentro de esta industria en los Estados Unidos. Los más destacados se encuentran en los siguientes estados y ciudades:

El estado de Washington es uno de los estados con más auge en el sector aeroespacial (Washington Aerospace Partnership- Governor's Office of Aerospace-Jay Inslee Governor, 2013). Se divide en cuatro regiones que son: PugetSound en dónde se encuentra la sede mundial de tres unidades de negocios importantes para la compañía Boeing y más de 585 empresas aeroespaciales componen este sector, junto con bases aéreas como la Lewis-McChord; en la región noroeste de Washington se ubica el clúster de fabricación de materiales compuestos y avanzados, es la región líder en el diseño e ingeniería de materiales compuestos; en la región suroeste de Washington se realiza un apoyo a la compañía Boeing en cuanto al acabado de metales, plásticos y electrónicos; y por último la zona centro/este del estado de Washington posee dos aeropuertos internacionales en los condados de Grant y Spokane que proporciona grandes oportunidades de desarrollo para la fabricación aeroespacial (Washington Aerospace Partnership- Governor's Office of Aerospace-Jay Inslee Governor, 2013).

Wichita es una ciudad conocida principalmente por su actividad económica en la industria aeroespacial, llamada por muchos como la capital mundial, es uno de los cinco grupos de aviación más importantes a nivel mundial (The Wichita Eagle, 2014).

Los Ángeles es uno de los condados de los EE. UU. privilegiado en el sector aeroespacial y de la defensa, donde se establecen más de 306 empresas en el clúster de vehículos aeroespaciales y la industria de la defensa, empleando a su vez a 56.239 personas, lo que le ha convertido en líder en este sector en la nación (Los Angeles County Economic Development Corporation, 2021). En este condado están establecidas las empresas aeroespaciales como Northrop Grumman, Boeing, Lockheed, Raytheon, entre otras. La NASA también en investigaciones u operaciones de vuelo atmosférico (Los Angeles County Economic Development Corporation, 2021).

Clúster aeroespacial de Brasil. Se posiciona como la primera potencia en el sector aeroespacial en materia de recursos tecnológicos y humanos en América Latina y el Caribe, ocupa el quinto puesto en la producción de aeronaves comerciales a nivel

mundial con la ayuda de la Embraer que trabaja tanto en la industria civil y militar (Audor & Freyser, 2014). Clústeres: São José Dos Campos en São Paulo, Parque tecnológico "Eng. RiugiKojima". Sede de Embraer, ITA y CTA. Centros especializados en I&D: Instituto para la Tecnología Aeroespacial (ITA), Centro Técnico Aeroespacial (CTA), Comando General de Tecnología Aeroespacial (CGTA).

Ventajas comparativas y competitivas: el apalancamiento militar es clave para la industria, dado el acceso a recursos económicos que, de otra manera, no estarían disponibles en el sector privado; sirviendo de base para la transferencia tecnológica. Cuenta con grandes clústeres de la industria aeroespacial y una mano de obra importante dentro del sector, creación de Centros Tecnológicos por regiones de concentración de industrias relevantes al sector aeronáutico.

Las compañías brasileras aeronáuticas se involucran en diseño y desarrollo, fabricación, producción, tecnología, productos tales como aeronaves, helicópteros, segmentos estructurales, motores, partes de motores sistemas de equipo abordo y sistemas de control de tráfico aéreo. En el sector de defensa ofrece aeronaves con un diseño capaz de cumplir con todos los requisitos, como el avión Supertucano, así como los sistemas de armas, equipamiento, armas guiadas y no guiadas, y la interacción de sistemas (Swiss Business Hub Brazil, 2009; The Brazil Business, 2014).

Asociación de las Industrias Aeroespaciales de Brasil. Es la entidad sin ánimo de lucro nacional que representa las empresas brasileñas que se encuentran dentro del sector aeroespacial. Las actividades que realizan cada uno de sus miembros son la concepción, desarrollo, producción, comercialización y asistencia post venta (AIAB, n.d.).

Clústeres aeroespaciales de México. La industria aeroespacial de México está caracterizada principalmente por la participación de empresas extranjeras, también se han establecido empresas mexicanas en este mismo sector aeroespacial, el número de empresas que integran el mismo ha tenido un gran incremento en la industria aeroespacial de México, por ende, los procesos de la industria aeroespacial se distribuyen así: 79% en manufactura, 11% en mantenimiento y reparación y un 10% a investigación y desarrollo.

Las exportaciones de la industria aeroespacial mexicana a los más importantes mercados internacionales se distribuye así: Estados Unidos (81%), seguido de Francia y Alemania (con 2.8% cada uno), Canadá (2.6%) y el Reino Unido (2.6%) (Medina, 2012).

La ubicación de cada una de las empresas y clústeres aeroespaciales en México se debe a métodos estratégicos por su cercanía a los EE.UU., accesibilidad de infraestructura de comunicaciones, suministro de energía, disponibilidad de grandes sitios industriales, así como la presencia de importantes universidades e institutos tecnológicos (Medina, 2012).

Entre las características de la industria aeroespacial de México, se tienen las siguientes:

Principales clústeres: en Baja California: Mexicali, Tecate, Tijuana, en Chihuahua: Chihuahua, en Querétaro: Querétaro, en Sonora: Hermosillo, Guaymas, Ciudad Obregón, en Nuevo León: Monterrey.

Ventajas comparativas y competitivas: cuenta con una mano de obra especializada y de bajo costo en sectores metalmecánico y automotriz, que está en proceso de reconversión hacia el sector aeroespacial. Su cercanía con el mercado estadounidense y con facilidades logísticas para comunicarse con las principales zonas de desarrollo en el mundo. Es el país con mayor cantidad de convenios y tratados internacionales. Amplias capacidades en manufactura, especialmente en la industria metalmecánica y automotriz, telefonía y electrodomésticos, que brindan un potencial alto para el desarrollo de industrias de mayor especialización. Respeto a las leyes y normas de protección de propiedad intelectual, comparativas y apoyándose en instituciones competitivas específicamente creadas para este propósito (IMPI).

A nivel industrial: orientación y fomento de la industria Aeroespacial en torno a la atracción de armadoras (OEM) que sirvan como tractoras para la generación de proveeduría local y transferencia tecnológica. Costo competitivo en mano de obra, esta es una gran ventaja, no sólo a nivel regional (Norteamérica) sino a nivel global (Asia, Sudamérica).

Concentración regional de industrias relevantes al sector aeroespacial, tal es el caso de las regiones llamadas “Corredor Pacífico” y “Corredor Centro-Norte” que pueden brindar capacidad para producción de sistemas, controles para propulsión y diseño, así como el ensamblaje y sub-ensamblaje de componentes especializados. Eliminación de aranceles a la importación de componentes aeronáuticos.

Clústeres aeroespaciales en Baja California. La industria aeroespacial en Baja California ha alcanzado en las últimas décadas una gran importancia para el sector debido a que allí se encuentran los mayores números de plantas a nivel nacional, permite que el desarrollo aeroespacial en México continúe en un proceso de crecimiento. El 76% de las plantas son estadounidenses, que se encargan o dedican al ensamblaje o manufactura de productos para el sector aeroespacial (Hualde et al., 2008).

Sus clientes son Boeing, Departamento de Defensa de los Estados Unidos, Airbus, Bombardier, Embraer, Cessna y General Dynamic (Hualde et al., 2008). En la ciudad de Tijuana se concentra el 49% de operaciones en el sector aeroespacial, el 39% en Mexicali y el otro por ciento en los otros municipios y estados en Baja California (Centro de Inteligencia Estratégica, 2011).

Clúster Aeroespacial de Chihuahua. Cuenta con empresas en el sector aeroespacial, entre ellas: Labinal, Noneywell Aerospace y Textron (Cessna). Los productos que fabrican son los arneses y placas metálicas, botes de evacuación y tanques de gasolina para aeronaves, ensamblajes electrónicos, termógrafos, equipos de frecuencia de radio, sistemas de encendido de motores (Boeing) y partes de turbinas (Hualde et al., 2008).

Ventajas competitivas: acceso directo a los EE.UU. I- 10 y I- 25, acceso a la carretera Panamericana en México, infraestructura de clase mundial: parques industriales y edificios, 2 (dos) aeropuertos internacionales y su capacidad industrial en aeroestructuras, arneses, turbinas, asientos, toboganes y balsas, aeropartes, interiores, maquinaria de precisión.

Clúster Aeroespacial en Querétaro. En el año 2004 la empresa Bombardier se instala en Querétaro debido a su infraestructura aérea y servicios técnicos básicos, a la existencia de sectores dedicados a otras actividades y los incentivos del gobierno local (Comercio Exterior, 2021). La industria aeroespacial de Querétaro es una de las más importantes para el desarrollo del sector en México.

Las siguientes son algunas de las características del Clúster Aeroespacial de Querétaro: estrategias de vinculación con industria global, alianzas, desarrollo de proveedores locales, educación orientada a competencias e internacionalización, inversión directa extranjera, ventajas competitivas, principales productos: procesos a maquinados de componentes complejos, componentes para sistema de frenos, componentes para turbinas, componentes de materiales compuestos, tratamientos térmicos y tratamientos superficiales.

Clúster Aeroespacial en Sonora. se desarrolla desde el año de 1999 en la actualidad son aproximadamente 20 empresas que operan en Sonora manufacturando componentes de turbinas, partes de motor, sensores, sistemas hidráulicos y neumáticos, anillo para turbinas y categorías de productos aeroespaciales (Hualde et al., 2008). De las estrategias el desarrollo de la proveeduría principalmente en el área de turbinas (Hernández et al., 2014) .

Clústeres aeroespaciales en Colombia

Son iniciativas conformadas por asociaciones que impulsan el desarrollo de la industria del sector aeronáutico y espaciales, entre ellos se tienen los siguientes:

La Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales —ACOPAER—
Promueve la integración, el desarrollo, el crecimiento, la defensa y la organización de la industria aeroespacial colombiana, representando a sus agremiados frente al Gobierno, la industria privada nacional e internacional, como también, fomentando la investigación y desarrollo tecnológico del sector (ACOPAER, 2021).

Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca —CVAC—

El sector del Valle del Cauca cuenta con cuatro empresas que se dedican a la fabricación de aeronaves ultralivianas, aproximadamente 10 fábricas creadoras de componentes para este tipo de industria, 30 pymes que podrían colaborar con el sector y organizaciones en el sector metalmecánico (El País, 2015). La necesidad de que se disminuyeran las importaciones de productos aeroespaciales y aeronáuticos que la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) siempre ha utilizado para el avance de sus aeronaves y el mantenimiento de estas mismas, hizo que se pensara en el año 2006 en la creación del Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca. Este permitiría la interacción entre las empresas vallecaucanas dedicadas a procesos que permiten el desarrollo de esta actividad económica, y así pudiera compartir sus experiencias y sobre todo transmitir su conocimiento.

A finales del año 2010 y a comienzos del 2011, la idea de crear un clúster tomó forma gracias a la propuesta dada por el ingeniero Jaime Aguilar M. con el fin de contribuir al desarrollo de este tipo de industria en el país (Gutiérrez, 2015).

La unión entre la Fuerza Aérea, la gobernación del Valle y la Cámara de Comercio de Cali, han permitido la interacción entre más de 40 empresas, ya sean entidades públicas o privadas, que pertenecen al sector aeronáutico, junto con empresas dedicadas al sector automotriz, metalmecánico, plásticos y textiles. La interacción dentro del Clúster Aeroespacial no solo es con empresas, sino también con universidades, centros de investigación y sobre todo escuelas de aviación (El País, 2011).

El 23 de noviembre del 2011 se lanzó oficialmente el Clúster Aeroespacial en el Valle del Cauca con el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana, a través del CITAE (Centro de Investigación de Tecnologías Aeroespaciales), con la firma de un acuerdo de voluntades entre entidades públicas y privadas, proyecto con el que se esperaba consolidar a las empresas que tienen potencial para desarrollar el sector (Centro Red Tecnológico Metalmecánica, 2021).

El Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca —CVAC—. Como iniciativa estratégica regional busca la transformación económica, social y cultural de la región como un actor de clase mundial en el mercado aeroespacial. Actualmente la representación legal del CVAC la realiza el CRTM del Pacífico, Centro de Desarrollo Tecnológico Metalmecánica. (Centro Red Tecnológico Metalmecánica, 2021).

CAESCOL Clúster aeroespacial de Antioquia. El Clúster Aeroespacial Colombiano CAESCOL surge como resultado de la integración del sector empresarial de Antioquia y el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa CETAD, que pertenece a la Fuerza Aérea Colombiana con sede en la Base Aérea de Combate No 5 en Rionegro. Durante cuatro (4) años el Clúster Aeroespacial ha producido un número aproximado de 100 componentes aeronáuticos de los cuales seis (6) están certificados por la Sección de Certificación de la Fuerza Aérea Colombiana (MPL Aviation, 2016).

Entre el año 2010 y 2011 la Fuerza Aérea Colombiana FAC convocó a empresarios de Antioquia para exponerles el potencial que tenía el sector aeroespacial en el país específicamente sobre el programa “Sustitución de importaciones para el sector defensa”. De esa forma las compañías participaron entre otros, en proyectos tales como FASE 1 FASE 2 para el desarrollo de capacidades con respecto a partes aeronáuticas, herramientas especiales para mantenimiento de aeronaves, equipo de soporte en tierra, simuladores para entrenamiento, software, entre otros.

El Clúster Aeroespacial se fundó inicialmente como una corporación sin ánimo de lucro en colaboración con la Fuerza Aérea Colombiana, el Comando Aéreo de Combate 5 y las empresas: Compoestructuras S.A.S, Global Rotor S.A.S, Cima Ltda., Fulcrum S.A.S, DreamHouse S.A.S, Intertelco S.A.S, (Alcaldía de Medellín, 2021; Maquinamos Industrias, 2014).

El Clúster Aeroespacial Colombiano nació en junio del año 2015 como una corporación sin ánimo de lucro, conformada inicialmente por 10 empresarios antioqueños de diferentes capacidades tecnológicas y El Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa "de la Fuerza Aérea Colombiana, con sede en la Base Aérea de Combate Número Cinco CACOM 5 Rionegro (Antioquia), desde entonces trabaja por el propósito institucional de liderar y promover el desarrollo económico y social de la región, a través del sector aeroespacial integrándose con actores de su sistema de innovación" (Muñoz, 2020).

Clúster aeroespacial en Dosquebradas-Risaralda. En el año 2013 se firma el convenio con la gobernación de Risaralda, alcaldía de Dosquebradas, Área Metropolitana Centro Occidente AMCO, para la creación del CINDETEMM, Centro de Innovación y Desarrollo Metalmeccánico y Manufactura, este centro tiene capacidad para el diseño tecnológico de productos y pruebas de metrología, resistencia de materiales, entrenamiento y formación.

Estos esfuerzos dieron como resultado la creación del Clúster Aeroespacial del Eje Cafetero; dentro del cual se destaca la participación del Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Manufactura y la Metalmeccánica (CINDETEMM), originado desde la Cámara de Comercio de Dosquebradas, con el objetivo de cerrar las brechas tecnológicas de las demás empresas que componen el clúster e introducir a la tecnología como principal generador de nuevas oportunidades y para acercar al sector empresarial a las actividades de innovación con fundamentos científicos.

Está integrado por un grupo de empresas innovadoras y asociadas a una red de colaboración e intercambio, conformando entre ellas un sistema para la competitividad regional, que hace parte a su vez del Programa Rutas para la Competitividad del Sistema Nacional de Innovación Colombiano, este clúster es liderado desde la Cámara de Comercio de Dosquebradas a través del Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico para la Metalmeccánica CINDETEMM.

Hace más de 10 años se dio la creación de un clúster aeronáutico en el sector de Risaralda por parte de la Cámara de Comercio de Dosquebradas junto con la participación, actualmente, de la Fuerza Aérea Colombiana. En Dosquebradas la capacidad tecnológica permite la creación de piezas para aeronaves (Colombia.com, 2014).

Catorce empresas del sector aeronáutico en la región empezaron con el desarrollo de repuestos para helicópteros Black Hawk y aviones como el Kfir o el Cessna Caravan. Para el Black Hawk se fabrican partes que posee el helicóptero de operación militar, se incluyen elementos para el rotor de cola, frenos, tanques para el combustible, válvulas y coberturas especiales.

Las empresas de la región y específicamente las que integran el clúster, cuentan con una infraestructura en maquinaria y en talento humano que son identificadas y reconocidas por entidades nacionales e internacionales para el diseño y fabricación de productos, para la industria en general (Gobernación de Risaralda, 2019).

Clúster aeroespacial del Pacífico —AEROSPACIFIC—

En el año 2010, un grupo de empresarios se unen para promover y propiciar el desarrollo técnico, social y económico de los sectores aeronáutico y espacial en la región del Pacífico (Valle del Cauca, Cauca, Nariño y Chocó), articulando iniciativas orientadas a dinamizar el trabajo entre empresas, academia y Gobierno.

En el año 2020, se conforma legalmente el Clúster Aeroespacial del Pacífico – Aerospacific, con el propósito de proponer la estrategia de gobernanza para el progreso del potencial aeroespacial colombiano. En el 2021 orienta sus esfuerzos a crear mecanismos que conlleven a beneficios conjuntos.

Aerospacific trabaja para el fortalecimiento del sector aeronáutico y espacial. En el proceso, se pretende integrar investigadores y científicos activos, lo que representa un gran potencial nacional de I + D + i, cubriendo campos científicos y técnicos, mediante fondos para proyectos de CTel, que estimulan el empleo, el fomento de las competencias técnicas y económicas locales y regionales generando impacto social (AEROSPACIFIC, 2021).

Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana —FEDIAC—

Bajo la premisa de promover el desarrollo dinámico y articulado de la industria aeroespacial en el país y luego de varios acuerdos privados firmados años atrás, entre entidades generadoras, articuladoras y desarrolladoras del ecosistema aeronáutico, es establecida jurídicamente en la Cámara de Comercio Dosquebradas, Risaralda, el 03 de agosto del año 2020, La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana —FEDIAC—, entidad gremial sin ánimo de lucro fundada por el Clúster Aeronáutico del Eje Cafetero-CLARE, Clúster Aeroespacial del Pacífico-Aerospacific, Aerocluster de Boyacá, Cluster Aeroespacial del Valle del Cauca, y el Clúster Aeroespacial Colombiano —CAESCOL—, clústeres representantes y articuladores del sector en cinco (5) regiones de Colombia, que a través de sus acciones promueven el incremento de la competitividad del sector.

Fue concebida con el propósito de establecerse como la entidad gremial a nivel nacional para promover el desarrollo de la industria aeroespacial en Colombia, integrando el sector, a través de la cooperación industrial, académica y gubernamental, generando las respuestas a los diferentes retos, asegurando la inserción en las cadenas globales de valor (Muñoz, 2020).

Conclusiones

Los clústeres en Colombia no ha presentado avances significativos debido a que el gobierno o la región en sí, no han prestado la atención suficiente a este proyecto. No se piensa en el avance tecnológico ni en el desarrollo del sector aeroespacial en Colombia, el cual sería de gran importancia y generaría mayores ingresos para las empresas y el país. La educación debe tener un papel muy importante para el desarrollo de esta industria, debido a que en Colombia son pocas las universidades que permitan estudiar carreras que puedan generar un avance de innovación y desarrollo en el sector.

Colombia mejoraría su economía en un porcentaje considerable si se pensara en una visión a futuro para la continuidad en el desarrollo de este tipo de clústeres en el sector aeroespacial, la demanda de aeronaves y componentes de esta permitirían obtener un ascenso en el PIB colombiano. El clúster aeroespacial también sería de vital ayuda para los aviones y componentes de estos mismos, en la Fuerza Aérea Colombiana, se podrían manejar precios bajos frente a las necesidades, dependiendo de los convenios y sobre todo de la participación extranjera.

Es importante destacar que en México la industria aeroespacial tuvo un gran crecimiento y desarrollo debido a sus alianzas y cercanías con Estados Unidos de América. Quienes buscaron en México un lugar estratégico para invertir. Importantes empresas se encuentran establecidas en México para continuar con el desarrollo de esta industria. Este tipo de actividades, que influyen el comercio exterior, es muy importante, debido a que la experiencia permitiría que Colombia pudiera avanzar un poco más, así como el caso de México.

La red de clústeres establecida en Europa permite que la industria aeroespacial presente varios avances en el mismo sector, ayudando a posicionar las más grandes empresas de desarrollo tecnológico y construcción de aeronaves, en buen lugar en comparación del resto de continentes.

La industria aeroespacial es de suma importancia para la economía, debido a los billones de dólares que produce al año y la cantidad de avances tecnológicos que innovan en los procesos de construcción de las aeronaves, mejorando en sí la calidad de vida de quienes hacen uso de estos. La cantidad de empleos que esta industria genera son bastante, lo que permite que la educación presente innovaciones en todos sus procesos y actividades frente a dicha demanda de personal.

Referencias

- Aero Montreal. (2021). La grappe aérospatiale du Québec. <https://www.aeromontreal.ca/>
- AIAB. (n.d.). Objetivos Da AIAB. <http://www.aiab.org.br/site-espanhol/objetivos.asp>
- Alcaldía de Medellín. (2021, 14 de enero). Internacionalización de Medellín atrae más inversión extranjera y proyecta la generación de nuevos empleos. Alcaldía de Medellín. <https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin?NavigationTarget=contenido/8820-Internacionalizacion-de-Medellin-atrae-mas-inversion-extranjera-y-proyecta-la-generacion-de-nuevos-empleos>
- Ami Global Market. (2014). Oportunidades de Bélgica. <http://www.amiglobalmarket.com/es/belgium-opportunities/es>
- Audor, R., & Freyser, J. (2014). Liderazgo de Brasil y perspectivas de Colombia en el sector aeronáutico. [Trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada]. [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13106/Liderazgo de Brasil y Perspectivas de Colombia en el Sector Aeronautico.pdf?sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13106/Liderazgo%20de%20Brasil%20y%20Perspectivas%20de%20Colombia%20en%20el%20Sector%20Aeronautico.pdf?sequence=1)

- Cabrera, F. (14 de junio de 2012). Clusters. Porter, marca, políticas y mitos. Docplayer. <https://docplayer.es/39839058-Clusters-porter-marca-politicas-y-mitos-com.html>
- China irrumpe en la aviación civil. (2015, 24 de enero). El País. https://elpais.com/economia/2015/01/22/actualidad/1421929406_150019.html
- Colombia.com. (2014, 30 de diciembre). Dosquebradas, Risaralda es elite de fabricantes de repuestos de Black Hawk. Colombia.com. <https://www.colombia.com/actualidad/nacionales/sdi/106272/dosquebradas-risaralda-es-elite-de-fabricantes-de-repuestos-de-black-hawk>
- De La Madrid Cordero, E. (2021). La industria aeroespacial y el despegue de la productividad en México. Comercio Exterior Bacomext. <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=54&t=la-industria-#:~:text=Actualmente%2C%20la%20industria%20aeroespacial%20a,que%20requieren%20miles%20de%20mexicanos>
- El clúster aeroespacial del Valle del Cauca levanta vuelo. (2011, 18 de abril). El País. <https://www.elpais.com.co/economia/el-cluster-aeroespacial-del-valle-del-cauca-levanta-vuelo.html>
- Embajada de la República de Polonia en Chile. (2012). Polonia un país de oportunidades. Servicio de la República de Polonia. <https://www.gov.pl/web/chile-es/embajada>
- European Aerospace Cluster Partnership. (2021). Members of the European Aerospace Cluster Partnership. European aerospace cluster partnership. <https://www.eacp-aero.eu/index.php?id=4>
- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial FEMIA (2012). Pro-Aéreo 2012-2020 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial. FEMIA / Secretaría Económica. http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/proaereo_bueno.pdf
- García, A., & Marquetti, H. (2005). Cadenas, redes y clusters productivos: aspectos teóricos. Centro de Estudios de La Economía Cubana, Universidad de La Habana, Cuba. https://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/galvarez_300806.pdf
- Grajirena, J. M., Gamboa, I. I., & Molina, A. V. (2004). Los clusters como fuente de competitividad: El caso de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Cuadernos de Gestión, 4(1), 55–67.

- Gutiérrez, R. (2015). (2015). Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca, una visión de futuro. *Revista Aeronáutica*, 267, 18-19. <https://www.fac.mil.co/revistaaeronautica/>
- Hernández, J., Méndez, P., Romero, J., & León, F. (2014). Clúster aeroespacial. Perfil competitivo para el estado de Sonora. Conference: Congreso Internacional de Investigación Científica Multidisciplinaria ICM ITESM Chihuahua, noviembre de 2014. https://www.researchgate.net/publication/272158212_CLUSTER_AEROESPACIAL_PERFIL_COMPETITIVO_PARA_EL_ESTADO_DE_SONORA
- Hualde, A., Carrillo, J., & Domínguez, R. (2008). Diagnóstico de la industria aeroespacial en Baja California. Características productivas y requerimientos actuales y potenciales de capital humano. Proyecto Fondo Mixto de Baja California. Colegio de La Frontera Norte. <https://docplayer.es/27867755-Diagnostico-de-la-industria-aeroespacial-en-baja-california-caracteristicas-productivas-y-requerimientos-actuales-y-potenciales-de-capital-humano.html>
- Iglesias Maidana, M. J. (2011). Directorio de Industria Aeroespacial en Baja California. SILO. TIPS <https://silo.tips/download/directorio-de-la-industria-aeroespacial-aerospace-industry-directory-baja-califo>
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499.
- López Salas, L. I. (2010). La seguridad aeroespacial en América del Norte. *Norteamérica*, 5(1), 173–219.
- Los Angeles County Economic Development Corporation. (2021). Aerospace & Defense. Los Angeles County Economic Development Corporation. <https://laedc.org/industries/aerospace-analytical-instruments/>
- Maquinamos Industrias. (2014). Maquinamos industrias hace parte del Clúster Aeroespacial Colombiano que se consolida en Antioquia. Maquinamos Industrias. <http://www.maquinamosindustrias.com/>
- Medina, S. (2012). El despegue de la industria aeroespacial en México. *Comercio Exterior*, 62(6), 3–9. http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/151/1/Nov-Dic_3-9.pdf
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2007). Plan estratégico para el sector aeronáutico español en el período 2008-2016. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial. <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/70067.html>
- Morán, C., & Mayo, A. (2013). La ingeniería en la industria aeroespacial. Estado del arte y prospectiva de la ingeniería en México y el mundo. Academia de Ingeniería de México y Conacyt. <http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/edodelarte/2012/15.La-ingenieria-en-la-industria-aeroespacial-en-Mexico.pdf> (título, institución y autores están bien, pero la IRL dice "página en mantenimiento" en otros documentos se cita igual)
- MPL Aviation. (2016). (2016, 21 de septiembre). Alianzas público privadas permiten hablar hoy del cluster aeroespacial colombiano. MPL Aviation. [http://mplaviation.com/noticias/\(ADECUAR\)](http://mplaviation.com/noticias/(ADECUAR))

- OECD. (1999). Managing national innovation systems. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Porter, M. (1990). Competitive Advantage of Nations. Harvard Business Review. <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations> (esa es la información que está en la página de Harvard Business Review), el link está bien, verificar.
- Robles, R. (2013). El clúster aeroespacial en Baja California: diagnóstico y propuesta metodológica para analizar su evolución y medir el desempeño. [Tesis de grado. Universidad Autónoma de Baja California]. <https://silo.tips/download/el-cluster-aeroespacial-en-baja-california-diagnostico-y-propuesta-metodologica>
- Scribd. (2014). La industria aeroespacial de Francia. <http://es.scribd.com/doc/159283799/La-Industria-Aeroespacial-de-Francia#scribd> (es un documento sin más datos cargado en Scribd)
- Secretaría de Economía. Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología. (2012). Industria Aeronáutica en México. Secretaría de Economía. Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología https://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Industria_Aeronautica.pdf (se puede verificar el link, el documento no tiene más datos)
- Select USA. (2021). Aerospace Spotlight. The Aerospace Industry in the United States. Select USA. <https://www.selectusa.gov/aerospace-industry-united-states>
- Swiss Business Hub Brazil. (2009). The Brazilian aerospace cluster. Switzerland Global Enterprise. <https://www.s-ge.com/en/company/swiss-business-hub-brazil>
- Utsumi, I. (2014). Brazilian Aerospace Industry. The Brazil Business. <http://thebrazilbusiness.com/article/brazilian-aerospace-industry>
- Valle quiere reactivar el clúster aeroespacial. (2015, 24 de febrero). El País. <https://www.elpais.com.co/california/valle-quiere-reactivar-el-cluster-aeroespacial.html>
- Washington Aerospace Partnership- Governor's Office of Aerospace-Jay Inslee Governor. (2013). The Washington Aerospace Industry Strategy. Washington Aerospace Partnership- Governor's Office of Aerospace-Jay Inslee Governor. <https://www.engr.washington.edu/files/facresearch/uw-arc/docs/wa-aero-industry-strategy2013.pdf>
- Wichita's aviation industry can rebound, analysts say, by expanding its focus (2014, 08 de agosto). The Wichita Eagle. <https://www.kansas.com/news/business/aviation/article1116831.html>

CAPÍTULO 4

Clúster aeroespaciales y sus estructuras organizacionales

Diego MORANTE
Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez" —EMAVI—
Fuerza Aérea Colombiana

ANDREA GÓMEZ
Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez" —EMAVI—
Fuerza Aérea Colombiana

ANGEL DAVID DIAZ
Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez" —EMAVI—
Fuerza Aérea Colombiana

Introducción

La presente investigación se refiere al estudio de estructuras organizacionales de diferentes clústeres a nivel internacional y nacional, en este caso se pretende identificar un modelo que sea ajuste a la industria nacional del sector aeronáutico y espacial, para lograr proveer partes, componentes y repuestos tanto al sector público y privado de tal forma que se puedan sustituir parte de las importaciones, esto permitirá desarrollar el sector productivo y generar ahorros significativos para el Estado colombiano, además de contribuir al desarrollo del mercado aeronáutico y espacial en aspectos sociales, económicos y tecnológicos, el fortalecimiento de las cadenas de negocios al interior del país y a escala mundial, y, estimular una consolidación de una oferta calificada de productos aeronáuticos en el país.

El tipo de investigación que se realizó fue de tipo exploratorio, documental y descriptivo, analizando la información de antecedentes sobre los clústeres aeroespaciales y sus estructuras organizacionales, para el posterior análisis e interpretación de estos.

Tras el diseño del modelo de la estructura organizacional que establezca un sistema de roles, el cual han de desarrollar los miembros de los clústeres para trabajar juntos de forma óptima para alcanzar las metas fijadas, que permita a las organizaciones desarrollar las actividades con tareas divididas, agrupadas, coordinadas y controladas para el logro de sus objetivos. Los clústeres deben consolidarse como instituciones que no han logrado establecerse como una organización formal, por lo que resulta necesario hacer esfuerzos conjuntos para identificar y aportar al desarrollo de esta iniciativa clúster.

La consolidación de los clústeres regionales implica que se consolide una agrupación de empresas relacionadas en el sector aeroespacial, que tenga la capacidad de proveer partes, componentes y repuestos; para sustituir las importaciones reduciendo costos y aportando al desarrollo del sector, creando un conjunto de funciones y de relaciones, las cuales determinan formalmente las obligaciones que cada unidad debe cumplir, y mejorar el modo de comunicación y coordinación entre ellas, con el mayor rendimiento posible, con una estructura organizacional formal, que contribuyan a su desarrollo (Morissette et al., 2013). Se pretende analizar los antecedentes de estructuras organizacionales de diferentes clústeres, desde la gestión competitiva, tecnológica, de innovación y su potencial de desarrollo y el diseño de un modelo de estructura organizacional (Lobato, 2008).

Revisión de literatura

Clúster. Son concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas, que actúan en determinado campo; agrupan a una amplia gama de industrias y otras entidades relacionadas que son importantes para competir, incluyen a proveedores de insumos, componentes, maquinaria y servicios; y a proveedores de infraestructura especializada. Muchos clústeres incluyen organismos gubernamentales, instituciones, universidades, agencias encargadas de fijar normas, centros de estudio, proveedores de capacitación y asociaciones de comercio; que proveen entrenamiento, educación, información, investigación y apoyo técnico (Porter, 1998).

Los clústeres alientan la competencia y la cooperación, los rivales compiten con intensidad para ganar y conservar a sus clientes; sin una competencia vigorosa, un clúster fracasaría, sin embargo, también existe cooperación, en su mayor parte vertical, y de ella participan empresas de industrias relacionadas e instituciones locales; la competencia puede convivir con la cooperación porque ambas se dan en dimensiones diferentes y entre distintos jugadores. Por consiguiente, los clústeres mitigan los problemas inherentes a las relaciones aleatorias, sin imponerles la inflexibilidad de la integración vertical ni plantear los desafíos implícitos en la creación y preservación de vínculos formales, como redes, alianzas y asociaciones (Vera, 2006). Un clúster de empresas e instituciones con un vínculo informal representa una forma de organización sólida, que ofrece ventajas en términos de eficiencia, eficacia y flexibilidad (Hernández et al., 2010).

Clúster según Marshall, Becattini y Porter. La concentración de las actividades económicas por sectores es un factor relevante para el fortalecimiento económico, la competitividad y la innovación. Estas actividades se localizan y concentran en determinadas regiones denominadas clústeres, polos de crecimiento, distritos industriales, sistemas de innovación, sistemas productivos locales (Porter, 1998; Sforzi, 2008).

Clúster según Alfred Marshall. Identificó tres razones para la concentración de un grupo de empresas de una determinada industria en un territorio: para las empresas esta concentración atrae, desarrolla y se beneficia de un mercado de trabajo con un grupo de trabajadores con competencias y habilidades especializadas; segundo, esta concentración de empresas desarrolla un mercado para los ofertantes para que aumenten y especialicen su experiencia, como una ventaja productiva para sus compradores o clientes y tercero, en un distrito industrial las ideas y las innovaciones se mueven fácilmente entre empresas como si los conocimientos estuvieran "en el aire" (Sforzi, 2008).

Clúster según Becattini. Le da un enfoque institucional y social, dándole al territorio un enfoque de economías externas relacionada con el desarrollo local, realiza énfasis en componentes sociológicos, históricos, políticos, geográficos y los relaciona con el tejido social, la clave radica en que el distrito es una comunidad local, el medio sociocultural e institucional en el que operan las empresas individuales y que constituye la condición de la vida de estas empresas (Sforzi, 2008; Becattini, 1988).

Clúster según Porter. Parte de su "modelo del diamante competitivo" para lograr ventajas competitivas, determinadas por diferentes elementos interdependientes: los condicionantes de los factores de producción, la estrategia y la estructura de las firmas, las condiciones de la demanda, las industrias relacionadas y de apoyo, los determinantes gubernamentales e institucionales (Porter, 1990b).

Los clústeres son concentraciones geográficas de empresas especializadas, con competencias y habilidades especializadas en la mano de obra y con instituciones que apoyan los flujos de conocimientos, las economías de escala y la diversificación (Porter, 1998), se caracterizan por la unión de actores sociales e institucionales, como empresas, administraciones públicas, universidades, que cooperan y que están interrelacionadas. Michael Porter, definió los clústeres como "Una agrupación de empresas e instituciones

relacionadas entre sí, pertenecientes a un mismo sector o segmento de mercado, que se encuentran próximas geográficamente y que colaboran para ser más competitivos" (Porter, 1998). Por tanto, son una herramienta de competitividad basada en la cooperación de sus miembros.

Tipos de clúster. Son los siguientes: tipo de relación (interdependencia o similitud) entre empresas o sectores; tipo de flujos (de productos o de conocimientos e innovación), nivel de análisis (micro, meso o macro), límites espaciales del clúster (nacional, regional o local); organizaciones e instituciones. Las "externalidades locacionales" serían, en cambio, los efectos que se generan para una empresa o sector como consecuencia de su proximidad a una concentración territorial de empresas o sectores relacionados con su actividad (Navarro, 2001).

Contribución de clúster a la competitividad de las empresas. La principal ventaja se deriva de su contribución a la mejora de la ventaja competitiva de las empresas que lo componen, que aportaría, a su vez, a la mejora de la competitividad de la región en la que se sitúa. Porter (1990) considera que ello se debe a las relaciones que surgen entre las empresas, que influyen positivamente sobre los cuatro vértices que determinan el diamante o rombo que explica la ventaja competitiva, además, la utilización de ámbitos territoriales más o menos limitados que favorece la identificación de estos factores de competitividad y, por lo tanto, la definición de políticas de actuación más específicas y operativa.

Tratando de concretar algo más en los factores a través de los que se produciría dicha mejora competitiva, se puede citar el incremento de la productividad, promoción de la innovación, creación de nuevas empresas, fruto de la reducción del riesgo y las barreras de entrada junto con la existencia de relaciones establecidas y clientes potenciales para las nuevas empresas. La contribución del clúster a la circulación y creación de conocimiento entre las empresas participantes, pueden ser la base para el fomento y desarrollo de estructuras educativas que mejoren la formación de los trabajadores, de la aceleración de los procesos de aprendizaje y su dimensión cooperativa.

Estructura organizacional, tipos de organización y organigramas. Define características de cómo se va a organizar y tiene la función principal de establecer autoridad, jerarquía, cadena de mando, organigramas y departamentalización, entre otras, que le permita establecer sus funciones y departamentos con la finalidad de producir sus servicios o productos, mediante un orden y un adecuado control para alcanzar sus metas y objetivos, permite la asignación expresa de responsabilidades en las diferentes funciones y procesos a diferentes personas, departamentos o filiales (Tenesaca & Velesaca, 2010).

La organización es el proceso de distribuir actividades, recursos, a través de la división de funciones, defendiendo las autoridades y responsabilidades de cada departamento para que la empresa pueda alcanzar de una forma fácil sus metas. Existe una organización formal que es un conjunto fijo de normas, estructuras y procedimientos para ordenar una organización (Cristiani, 2012). Suele fijarse por escrito, con un lenguaje de reglas que ostensiblemente deja el menor margen para la interpretación, en algunas sociedades, y

en alguna organización, estas reglas pueden seguirse estrictamente, en otros, pueden ser poco más que un formalismo vacío (Thompson & Chiavenato, 2007). Las características de una organización formal bien definidas son las normas y la regulación, estructura arbitraria, objetivos y políticas, estatus, limitación de las actividades de la persona, la estricta observancia del principio de coordinación (Thompson & Chiavenato, 2007).

Estructura organizacional. Es un concepto fundamentalmente jerárquico, de subordinación dentro de las entidades que colaboran y contribuyen a servir a un objetivo común, una organización puede estructurarse de diferentes maneras y estilos, dependiendo de sus objetivos, el entorno y los medios disponibles (Tenesaca & Velezaca, 2010). La estructura de una organización determinará los modos en los que opera en el mercado y los objetivos que podrá alcanzar, es por tanto la estructura organizacional de la empresa u organización la que permite la asignación expresa de responsabilidades de las diferentes funciones y procesos a diferentes personas, departamentos o filiales (Lawrence & Lorsch, 1967).

Organización informal. Es la estructura social que regula la forma de trabajar dentro de una organización en la práctica, como el conjunto de comportamientos, interacciones, normas, relaciones personales y profesionales a través del cual el trabajo se hace y se construyen las relaciones entre las personas que comparten una organización común. Se compone de un conjunto dinámico de relaciones personales, las redes sociales, comunidades de interés común, y las fuentes de motivación emocional. La organización informal se desarrolla orgánicamente y de manera espontánea en respuesta a cambios en el entorno de trabajo (Thompson & Chiavenato, 2007; Hernández et al., 2010).

Estructura organizacional. Es la base fundamental de la empresa donde se realizan las divisiones de las actividades para formar departamentos y posteriormente definir la autoridad con la finalidad de alcanzar los objetivos, pero también todo lo que surge de manera espontánea de la interacción entre los integrantes, tomando en cuenta estas dos vertientes la estructura organizacional se encuentra dividido en dos grandes estructuras (Thompson & Chiavenato, 2007).

Estructura formal. Surge como una necesidad para realizar una división en las actividades dentro de una organización, que les permita principalmente alcanzar los objetivos mediante organigramas, manuales y la interacción de los principios de la organización como la división de trabajo, autoridad y responsabilidad, delegación, unidad de mando, jerarquía, trabajo de control y equidad en la carga de trabajo, entre otras (Thompson & Chiavenato, 2007).

Estructura informal. Su origen está en la estructura formal, de ahí parte de la información de las relaciones entre los miembros de conforme a una mezcla de factores. La estructura informal obedece al orden social y estas suelen ser más dinámicas que formales (Thompson & Chiavenato, 2007).

Diagrama organizacional. Los organigramas son representaciones gráficas, se les llama líneas funcionales debido a que la división del trabajo, las líneas de autoridad y comunicación se representan de forma gráfica (Arribas, 1959).

Tipos de organigramas. Según Thompson & Chiavenato (2007), se debe tener en cuenta el tipo de naturaleza de la organización, de esa forma se puede dividir en tres tipos de organigramas: micro administrativo, macro administrativo, meso administrativo; por su finalidad: informativo, analítico, formal, informal; por su ámbito: generales, específico; por su contenido se subdivide en los integrantes, funcionales y puestos, plazas y unidades; por su distribución geográfica: verticales, horizontales, de bloque; circulares (Thompson & Chiavenato, 2007).

La investigación realizada es de tipo exploratorio, documental, y descriptivo; por medio de búsqueda de referentes teóricos, igualmente la información de antecedentes sobre algunos de los clúster aeroespaciales, sus estructuras organizacionales, y sus estrategias más importantes relacionadas con la gestión, competitividad, tecnología e innovación (Hernández et al., 2006; Lobato, 2008).

Desarrollo

Madrid Network. Es una red impulsada por la comunidad de Madrid, con el apoyo de la Cámara de Comercio y CEIM, para el apoyo a las empresas a través de la innovación; debido a que este último puede crear las condiciones necesarias para un crecimiento económico (Porter, 1990a). Madrid Network está conformada por más de 700 asociados, entre los cuales participan grandes y pequeñas empresas, centros de investigación y universidades, agrupadas en 12 clúster y cinco parques tecnológicos con el objetivo de generar negocios y buscar nuevas oportunidades para las empresas a través de la innovación (Madrid Network, 2021). Es una red que apoya el valor de la innovación y sirve de ventana para visualizar información y servicios de carácter intersectorial que pueden abrir nuevos espacios de oportunidad en el mercado. Pertenecer a esta red permite compartir el conocimiento, buscar alianzas para los negocios, un mejor acceso a financiación y al mercado, logrando una mayor competitividad en el desarrollo de los proyectos.

El objetivo es impulsar acciones que fomenten la economía del conocimiento y la aplicación de la innovación en todo el tejido empresarial de la región a través del impulso de proyectos y servicios de oferta, es decir, de desarrollo de infraestructuras de soporte a la actividad económica y la mejora de la competitividad (parques científico - tecnológicos, plataformas logísticas, centros de innovación especializados) o demanda, (proyectos de demanda, servicios de innovación a las empresas), finalmente por medio de la incorporación de recursos privados para la financiación de sus actividades y proyectos a través de la participación de las propias empresas y los inversores de carácter privado, nacionales e internacionales. Los servicios que ofrece son: financiación, apertura de mercados, transferencia tecnológica, propiedad intelectual e industrial, participación en proyectos europeos, especialización del territorio. La puesta a disposición de las empresas y universidades, de entornos geográficos que faciliten la realización de negocios, como son los parques científico - tecnológicos de la comunidad de Madrid.

Madrid Network pone a disposición de las pymes una cartera de servicios adaptada a las necesidades de sus asociados, que tiene como objetivo materializar el plan de empresa en objetivos y resultados cumpliendo con la misión de renovar y aumentar la competitividad del tejido empresarial madrileño. Los servicios que ofrece son: financiación, apertura de mercados, transferencia tecnológica, propiedad intelectual e industrial, participación en proyectos europeos.

Respecto a la tecnología, es una de las bases fundamentales de la organización, es la actividad de networking entre las entidades que forman parte de la red, de modo que de forma habitual se realizan jornadas: desayunos tecnológicos y after works, grupos de trabajo y eventos sectoriales y una gran cantidad de iniciativas que fomentan la relación inter-clúster (Alastruey, 2011). Madrid Network (2021), es la herramienta online de promoción de los productos y servicios de las empresas, el intercambio de documentación dentro de los grupos de trabajo y de contacto rápido entre compañías.

Los parques científicos y tecnológicos (red de parques) son espacios e instalaciones de gran calidad donde se estimula y gestiona el flujo de conocimiento y tecnología entre universidades e instituciones de investigaciones y mercados. Impulsan la creación y el crecimiento de empresas innovadoras mediante mecanismos de incubación y de generación centrífuga y proporcionan otros servicios de valor añadido, generan conocimiento, empresas innovadoras y redes de colaboración. Los parques son entidades aisladas cada vez se interrelacionan más con su entorno, amplían su órbita hacia empresas localizadas fuera de sus límites físicos y promueven entre empresas y entidades de I+D+i. Los factores clave de este cambio son las capacidades para generar redes que favorecen la integración transversal de las nuevas tecnologías y la conformación de equipos de I+D+i multidisciplinares.

Es una red que apoya el valor de la innovación y sirve de ventana para visualizar información y servicios de carácter intersectorial que pueden abrir nuevos espacios de oportunidad en el mercado. Uno de los objetivos es generar negocio y buscar nuevas oportunidades para las empresas a través de la innovación, se crea con la misión principal de actuar como acelerador del desarrollo en la comunidad de Madrid de los sectores de alta y media tecnología. Estos sectores requieren de actividades de apoyo diferenciales, por su elevado contenido de conocimiento específico y componente de innovación (Porter, 1990a).

Es una entidad de referencia en España y pionera en el modelo de organización de englobar y aglutinar clústeres y parques científicos tecnológicos en un espacio único, que fortalece las relaciones intersectoriales cada vez más necesarias en un mercado globalizado. La incorporación de recursos privados para la financiación de sus actividades y proyectos a través de la participación de las propias empresas y los inversores de carácter privado, nacionales e internacionales.

La Asociación Europea de Clúster Aeroespacial (EACP). Es una red de clúster aeroespaciales europeos establecidos en el marco de experiencias que apoya la implementación de proyectos concretos que apoya respecto a las políticas de innovación y desarrollo del

clúster, proporciona una plataforma permanente para el intercambio, la política el aprendizaje y cooperación para lograr rendimiento de alto nivel entre clúster aeroespaciales europeos. Se centra en el intercambio de experiencias en cuanto a la política clúster y la búsqueda de soluciones efectivas a los diferentes desafíos que se enfrentan los socios del clúster aeroespacial europeo (Mitxeo, Idigoras & Vicente, 2004).

Cuenta con un centro de redes EACP que da a los clústeres aeroespaciales europeos una plataforma permanente para el intercambio de información, estudios de política y cooperación mutua, varios componentes de grupos de apoyo y fortalecimiento de la comunidad europea. Mediante el desarrollo de la relación entre los participantes de los proyectos pueden comparar sistemáticamente sus prácticas de intercambio y análisis de estudio de casos a través de esta proceso, establecen una base de conocimientos de mejorar prácticas, este conocimiento puede utilizarse, para mejorar la calidad y la eficiencia, innovación y rendimiento empresarial de cada clúster, simultáneamente la implementación de mejores conceptos de prácticas asegura que cada clúster implemente mejores conceptos de prácticas, que aseguren la sostenibilidad de los grupos y en general de la industria.

La EACP apunta a un intercambio activo de información y conocimiento entre todos los socios y en el desarrollo y realización de medidas concretas de cooperación a largo plazo entre clúster y empresas para una mayor posición europea más competitiva en los mercados aeroespaciales del mundo.

Hélice. Fundada en 2004, como Clúster Aeroespacial Andaluz, engloba la representación de todos los agentes del sector: universidades, centros tecnológicos, pymes, EADS, administración regional, organizaciones empresariales y sindicatos. Surge para difundir el conocimiento de las actividades aeroespaciales andaluzas y la cultura aeronáutica, para articular el fortalecimiento del clúster sus infraestructuras y sus servicios. Respecto a la internacionalización participa en eventos internacionales y misiones comerciales en colaboración con otro clúster para fomentar la internacionalización de la industria andaluza, realiza cooperación con publicaciones, encuentros, seminarios y ciclos formativos especializados para los Iberos de clúster y fomento de la transferencia de tecnología colaboración con universidades y centros tecnológicos.

Con la diversificación se promueven encuentros científicos y tecnológicos con expertos nacionales e internacionales para facilitar el intercambio de conocimiento, efectúa estudios de evaluación y profundización del conocimiento de clúster realizando informes anuales, planes estratégicos e iniciativas de benchmarking, proporcionando a la sociedad fuentes fiables de análisis e información. Cuenta con servicios de infraestructura TIC, herramientas tecnológicas de la información para agilizar los procesos de negocio de la cadena de suministro y mejora de la productividad.

Hélice reúne como patrimonio a los principales agentes del sector industrial aeronáutico andaluz, empresas, universidades, administraciones públicas, asociaciones empresariales, cámaras de comercio y sindicatos, involucrados todos ellos con el objetivo de conseguir

ventajas competitivas para el sector y favorecer su mejor posicionamiento en el mercado internacional.

La participación en presentaciones y foros, su objetivo difundir el desarrollo y la capacidad del sector aeronáutico andaluz, en diversos actos de presentación jornadas y foros, tanto a nivel regional como nacional, organiza acciones específicas de formación en aquellos aspectos que no están cubiertos suficientemente por la actividad privada.

Helice Net Red de coordinación entre empresas del clúster, facilita a las empresas subcontratistas el acceso a los medios técnicos para mejorar sus procesos de gestión internos y mejora la integración en aprovisionamiento, control de producción y expediciones con las empresas contratistas. A través de Helice Net se pretende establecer procesos de negocio estándar, integrados y consensuados entre las empresas tractoras y auxiliares, favorecer nuevas formas de organización que impulsen la coordinación y colaboración conjunta de las empresas del clúster aeronáutico y facilitar las tecnologías de la información de soporte más adecuados.

Las alianzas empresariales representan, especialmente para las empresas de menor dimensión, uno de los caminos más idóneos para mejorar la competitividad y optar a oportunidades de negocio inviables desde un esfuerzo empresarial individual. La Fundación Hélice está trabajando con el sector aeroespacial andaluz introduciendo en él nuevas dinámicas de colaboración y fomentando el agrupamiento para optar a paquetes de trabajo de mayor envergadura.

Clúster Aeroespacial de Madrid. Su misión es contribuir al desarrollo del sector aeroespacial en la comunidad de Madrid implementando iniciativas colaborativas que la hagan líder en la investigación, en el desarrollo y la producción, también tiene como propósito promover la innovación y el desarrollo tecnológico de la industria aeroespacial, desarrollando, atrayendo y reteniendo profesionales altamente cualificados con el soporte de instituciones educativas y de investigación que permitan proveer de oportunidades para el crecimiento profesional y el conocimiento, la investigación y el desarrollo y la transferencia de tecnología, el conocimiento de las mejores prácticas, mediante la extensión de programas de educación y formación específicos, la investigación y el desarrollo y la transferencia de tecnología.

Finalmente apoyar las empresas aeroespaciales a participar en proyectos europeos proveyendo un foro y una voz para articular los intereses comunes de las empresas que formen parte del clúster, dando soporte a la creación de negocios, al crecimiento y la mejora de la competitividad de las empresas en los mercados nacionales e internacionales y promoviendo la visibilidad de los miembros en el mercado internacional, implementando iniciativas colaborativas que hagan de la comunidad de Madrid la región líder en la investigación, en el desarrollo del plan estratégico del sector aeroespacial de la comunidad de Madrid, crear sinergias con otros actores y redes dando acceso a empleados con talento, capital e infraestructura de primera clase.

Clúster Aeroespacial de Querétaro México. Impulsa y consolida la industria aeroespacial del estado de Querétaro incrementando su competitividad para un mayor posicionamiento en el ámbito nacional e internacional, promueve la formación de recursos humanos de alto nivel aprovechando las capacidades de las IES y centros de I + D para incrementar la competitividad de las industrias que integran el sector aeroespacial, promueve el desarrollo de proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico pertinentes con las necesidades del sector aeroespacial que incidan en el incremento de su competitividad, estimula a las empresas en la aplicación de las mejores prácticas para la certificación de productos y procesos y la implantación de sistemas de gestión de calidad enfocados al sector, establece relaciones con organismos estatales, nacionales e internacionales que coadyuven al fortalecimiento de alianzas estratégicas y al posicionamiento del sector a nivel nacional e internacional, promover el desarrollo de proveedores que fortalezcan al sector e impulsen la integración de una industria aeroespacial mexicana.

Universidad Aeronáutica de Querétaro. Uno de los temas que hace a este clúster uno de los más poderosos e innovadores a nivel mundial es la relación con la academia, llegando a consolidar una universidad donde sus egresados son especialmente preparados para afrontar los retos que la industria aeronáutica ofrece al Clúster Aeroespacial de Querétaro.

El campus Franco- Mexicano es una alianza estratégica entre la UNAQ (Universidad Aeronáutica en Querétaro) y el Colegio de Educación Profesional Técnica del Estado de Querétaro con la finalidad de impartir formación, capacitación y adiestramiento profesional técnico bachiller PTB y técnicos superiores universitarios TSU en aeronáutica con un nivel de competencias equiparables a las establecidas por organismos internacionales de aviación civil, contando con el apoyo financiero, técnico o pedagógico del gobierno (UNAQ, 2021).

La UNAQ desde su creación ha contribuido en el desarrollo y consolidación de la industria aeroespacial formando a los profesionales e investigadores que el sector aeronáutico requiere, teniendo como una gran ventaja competitiva, la consolidación del Campus Franco Mexicano el cual tiene como objetivo beneficiar a todos los estudiantes de la institución proporcionándoles las competencias pertinentes para que al egresar se desarrollen laboralmente y de manera exitosa en el sector productivo (UNAQ, 2021).

Clúster en Colombia. Colombia ha vivido en materia de iniciativas clúster un desarrollo constante durante los últimos años, es decir, a lo largo del territorio nacional se ha trabajado arduamente por la consolidación de empresas que trabajen en un mismo sector, el país en la actualidad cuenta con clústeres agrupados por región y sector económico.

Red Clúster Colombia. Colombia cuenta con Red Clúster Colombia una institución que articula y propicia el intercambio de experiencias conocimiento y creación de sinergias alrededor de los temas de clúster e iniciativas clúster en Colombia (Red Cluster Colombia, 2021).

La cercanía entre las empresas genera competencia, un factor clave para la innovación, al tiempo que facilita el acceso a insumos y a conocimientos específicos de cada sector,

beneficios como estos ayudan a entender porque regiones con clúster más densos y desarrollados obtienen un mejor desempeño económico (Porter, 1999).

Así mismo explica porque recientemente muchos países y regiones alrededor del mundo han hecho tantos esfuerzos para volverlos más productivos y competitivos, tales esfuerzos conocidos como iniciativas clúster buscan implementar agendas de ciencia, tecnología e innovación, solucionar necesidades de capital humano, resolver problemas de infraestructura específica, establecer estándares y normativas recurriendo a un trabajo conjunto entre el sector privado y público (LeY 1955, 2019; ISAGEN, 2021).

Colombia no es ajena a estas iniciativas en buena medida porque cada vez más el país entiende que la competencia es local, tanto es así que viene realizando los esfuerzos más importantes de toda su historia en materia de desarrollo de clúster y de apuestas productivas desde el nivel local (LeY 1955, 2019)

Red Clúster Colombia ofrece herramientas como un mapa detallado que permite identificar las iniciativas clúster y apuestas productivas a lo largo del país, documentos, enlaces de interés, espacios de discusión y aprendizaje pertinente y una lista de ofertas institucionales que pueden ayudar este tipo de agendas, la red clúster se convierte entonces en el referente natural en este ámbito para todo el país y por lo tanto contribuye al desarrollo de la nación.

Concejo privado de competitividad. Es una organización sin ánimo de lucro cuyo objetivo es contribuir de manera directa en la articulación de estrategias, que en el corto, mediano y largo plazo, permitan lograr mejoras significativas en el nivel de competitividad de Colombia (Concejo Privado de Competitividad, 2021).

Así mismo sirve como articulador en interlocutor entre el sector público, el sector privado, la academia y otras organizaciones interesadas en la promoción de la competitividad y las políticas públicas relacionadas, también lidera y participa en procesos de gran impacto económico y social del país.

Innpulsa Colombia. Es una institución del Gobierno nacional creada en febrero de 2012, para apoyar y promover el crecimiento empresarial extraordinario, es decir, a iniciativas de negocio que puedan crecer de manera rápida, rentable y sostenida. En ese sentido, se trabaja para fomentar la innovación y el emprendimiento de alto impacto, entendiendo que estas son palancas que permiten dicha clase de crecimiento.

Gremios de clúster en Colombia. Colombia está experimentando un boom de iniciativas en materia de iniciativas clúster y apuestas productivas, sin embargo, el país está aprendiendo a desarrollar este tipo de agendas. Aun así, se pueden identificar los principales centros de iniciativas en las ciudades de Medellín, Bogotá, Cali y Barranquilla.

Clúster en Medellín. La estrategia del clúster en Medellín para Antioquia fue una estrategia implementada, incrementando la productividad de los empresarios de esta región y potenció las fortalezas del sector al realizar alianzas para ser más competitivos, lograr

mayor innovación e inclusive hacer parte de nuevos mercados y empezar a trabajar bajo esquemas de asociatividad.

La consolidación del clúster desde el ámbito interno, las empresas se benefician en el mejoramiento de temas como la logística y el entorno comercial, se logró más competitividad y que el personal fuera más idóneo, logrando metas de internacionalización, permitió unir esfuerzos y traer soluciones innovadoras, logró también que las empresas pudieran mirar hacia un mismo horizonte, aprender de las demás empresas y juntar áreas de conocimiento para presentarle al mercado soluciones que se salgan de lo convencional.

Definidos como clúster de energía eléctrica; construcción; clúster textil confección diseño y moda; clúster de turismo ferias y convenciones; servicios de medicina y odontología y finalmente clúster de tecnología, información y comunicación. Algunos de sus beneficios: acceder a la transferencia de conocimiento especializado y buenas prácticas, crecer y enriquecer el conocimiento especializado experiencia y buenas prácticas de otros, participar en proyectos estratégicos de colaboración y cooperación, participar en redes colaborativas que renuncian en proyectos y acciones de impacto para su negocio, establecer relaciones con pares de los ámbitos nacional e internacional para propiciar la comunicación entre los actores y promover el intercambio abierto entre miembros de iniciativa clúster ya sea para estimular la transferencia de conocimiento la generación de oportunidades de negocios o proyectos estratégicos conjuntos, desarrollar acciones encaminadas al fortalecimiento del tejido empresarial y el mejoramiento de su posición competitiva en los mercados nacionales e internacionales, dinamizar la productividad, crear condiciones que les permiten a las empresas acceder más eficientemente los mercados, solucionar colectivamente un problema común a un conjunto de actores, sumar legitimidad a la acción de cada participante generar sinergias e integrar elementos que significan más que la suma de las acciones individuales.

Clúster en Bogotá. La Cámara de Comercio de Bogotá en su misión de hacer que los empresarios cumplan sus sueños decidió enfocar su esfuerzo al desarrollo de clúster iniciativas procuradas a que los empresarios se conecten, se complementen y se cree una sinergia entre universidades, Gobierno y otros empresarios para mejorar la estrategia de sus negocios y un entorno de inversión de Bogotá y sus alrededores. La Cámara de Comercio de Bogotá como articulador ha convocado a los líderes empresariales gremios, academia, centros de investigación y entidades de gobierno para impulsar los clústeres que se han creado y se caracterizan por ser actividades económicas que concentran a sus actores geográficamente.

Clúster en Atlántico. Es conocido como una red de negocios la cual es apoyada e impulsada principalmente por la Cámara de Comercio de Barranquilla, con el fin de contribuir con la prosperidad de la región, liderando la integración de jugadores para activar flujos de información, capital y conocimiento que impacten y potencien el desarrollo empresarial de la Región Caribe.

Clúster Aeroespacial en Colombia. Actualmente se cuenta con iniciativas clúster consolidados en Antioquia, Bogotá, Risaralda, Valle y Boyacá.

Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales —ACOPAER— Bogotá. Tiene su sede en Bogotá. Aglutina a cerca de 24 empresas, fabricantes de partes y componentes, fabricantes de aeronaves, simuladores de vuelo, empresas de mantenimiento aeronáutico, de pruebas no destructivas, de tratamiento de materiales, consultoría aeroespacial e ingeniería, se encuentra liderando el programa de encadenamientos aeroespaciales como parte de las tareas definidas en los pactos por el crecimiento y el empleo, promueve la integración, el desarrollo, el crecimiento, la defensa y la organización de la industria aeroespacial colombiana, representando a sus agremiados frente al gobierno, la industria privada nacional e internacional, como también, fomentar la investigación y desarrollo tecnológico del sector.

Clúster Aeroespacial Colombiano —CAESCOL— Medellín. Surgió como resultado del esfuerzo del sector empresarial antioqueño y el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa —CETD— de la Fuerza Aérea Colombiana, con sede en la Base Aérea de Combate Número Cinco, Rionegro Antioquia, quien ha liderado el proceso de desarrollo del sector aeronáutico y aeroespacial de la región. Las empresas asociadas han logrado desarrollar cerca de 100 componentes aeronáuticos, de los cuales se tienen seis certificados por la sección de Certificación de La Fuerza Aérea Colombiana. El clúster aeroespacial se fundó por iniciativa privada, como una corporación sin ánimo de lucro, en conjunto con la Fuerza Aérea Colombiana representada por el Comando Aéreo de Combate Número Cinco que es miembro permanente de la junta directiva.

Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero —CLARE—. La Cámara de Comercio de Dos Quebradas, aglutina varias empresas dentro del llamado Clúster Aeroespacial del Eje Cafetero (CLARE) dentro de las cuales, se encuentran industrias de autopartes, moto partes, plásticos, textiles y simuladores. Cuenta con un centro de innovación y desarrollo de la manufactura y la metalmecánica para el diseño y desarrollo de partes y componentes (CINDETEM). Cuenta con todos los requerimientos para fabricar piezas aeronáuticas, desarrollo de competencias para el aprovechamiento de nuevas tecnologías y procesos de fabricación a partir de ingeniería inversa, fabricación y la realización de pruebas, iniciativas de la Cámara de Comercio de Dosquebradas y el apoyo del Gobierno nacional permite a la industria colombiana cumplir con estándares, exigidos por mercados especializados que hasta ahora eran atendidos exclusivamente por empresas extranjeras, se han generado iniciativas técnicas y tecnologías desde el sector metalmecánico como apoyo de sectores prioritarios de desarrollo de la región como lo son el sector agrícola, salud, construcción, plástico y confección.

Con su creación, el programa viene liderando iniciativas de desarrollo técnico y tecnológico generadas por la necesidad empresarial de incrementar la competitividad y la productividad de los diferentes sectores, adelantando así investigación aplicada propia de cada sector.

Centro de Desarrollo Tecnológico Metalmecánico CRTM del Pacífico-Valle. realiza la representación legal del Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca (Cauca Valley Aerospace Cluster o CVAC) es una iniciativa estratégica que busca la transformación económica, social y cultural de la región como un actor de clase mundial en el mercado aeroespacial.

Clúster Aeronáutico y Espacial del Pacífico-AEROSPACIFIC-Valle. En el año 2019 nace la idea de un grupo de empresarios para desarrollar el sector aeronáutico y espacial en la región del Pacífico (con área de influencia de los departamentos de Valle del Cauca, Cauca, Nariño y Chocó), articulando iniciativas orientadas a dinamizar las empresas, academia y Gobierno con el propósito de promover y propiciar el desarrollo económico y social de la región.

En el año 2020 se establece jurídicamente Aerospacific desarrollando estrategias para visibilizar el clúster, invitando a empresas, universidades, se crea con socios fundadores reconocidos en el sector industrial, académico, gubernamental y social para lograr objetivos de visibilidad, reconocimiento y fortalecimiento del sector aeroespacial. Pretende integrar investigadores y científicos activos, lo que representará un gran potencial nacional de I + D + i, cubriendo campos científicos y técnicos, mediante fondos para proyectos de CTel, que estimulen el empleo, con el fomento de las competencias locales y regionales en las áreas técnicas y económicas, apoyar a la equidad y la economía naranja, generar impacto social demográfico.

Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana —FEDIAC—. Fue concebida con el propósito de establecerse como la entidad gremial a nivel nacional para promover el desarrollo de la industria aeroespacial en Colombia, integrando el sector, a través de la cooperación industrial, académica y gubernamental, generando las respuestas a los diferentes retos, asegurando la inserción en las cadenas globales de valor. En julio de 2020, se consolida la Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana, logrando vincular cinco (5) asociaciones aeroespaciales de diferentes regiones del país:

- Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero (CLARE)-Dosquebradas.
- Clúster Aeroespacial Colombiano (CAESCOL)-Antioquia.
- Cauca Valley Aerospace Cluster-Valle.
- Clúster Aeronáutico y Espacial del Pacífico-AEROSPACIFIC-Valle.
- Aerocluster de Boyacá.

Entre las cinco (5) instituciones que conforman la FEDIAC se encuentran agremiadas 68 compañías del sector productivo que generan aproximadamente 9.500 empleos directos, en las áreas de polímeros, metalmecánica, caucho, textil, electricidad, electrónica, recubrimientos, resinas, materiales compuestos, consultoría en ingeniería y diseño, algunas de ellas del sector aeronáutico propiamente y otras con potencial de ingreso a la industria aeronáutica por sus capacidades blandas y duras. Así mismo, participan actores del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación —SNCCTEI—.

Modelo de estructura organizacional del clúster aeroespacial. De acuerdo con el análisis de estructuras organizacionales de los clústeres más representativos se logró determinar los aspectos relevantes como: factores gerenciales, empresariales, recursos humanos, entre otros, teniendo en cuenta estrategias en la gestión competitiva, tecnológica e innovación, con la información recopilada y analizada se concibe un modelo de estructura organizacional de Clúster Aeroespacial en Colombia (Figura 4.1).

Centros de investigación o parques tecnológicos. Se define como un espacio donde se estimula y se gestiona el flujo de conocimiento y tecnología entre universidades, instituciones de investigación y el clúster. Así mismo el acceso al conocimiento, la búsqueda de alianzas para los negocios, un mejor acceso de financiación al mercado y mayor competitividad en el desarrollo de los proyectos (Porter, 1999).

Las estrategias a desarrollar para definir los centros de investigación o parques tecnológicos en: transferencia tecnológica, contacto internacional con regiones que permitan reforzar el desarrollo tecnológico para facilitar la inserción de empresas e investigadores internacionales, posibles áreas de cooperación en el establecimiento de software y TIC, desarrollo de tecnología e investigación como proyectos de nanotecnología, capacidades que generen integración de nuevas tecnologías y conformación de equipos multidisciplinarios, implantación de empresas en espacios tecnológicos adecuados, cooperación con otras industrias, demanda y mejora tecnológica, promover los encuentros científicos tecnológicos con expertos nacionales e internacionales para facilitar el intercambio de conocimiento, herramientas tecnológicas de la información para agilizar los procesos de negocio de la cadena de suministro y mejora de la productividad, implementar iniciativas colaborativas que hagan de la comunidad la región líder en la investigación en un desarrollo de plan estratégico, centros de innovación especializada y servicios de innovación a las empresa.

Networking. Se establece un espacio de relación profesional que permita dar a conocer el negocio al que se hace parte, escuchar y aprender de experiencias ajenas para generar nuevos socios e inversores. Permite la promoción de productos y servicios y el intercambio de información y documentos de manera fácil y rápida. Las estrategias para desarrollar son las siguientes: facilitar el acceso a los principales mercados científicos, espacios donde se generen jornadas de networking, desayunos tecnológicos y afterworks, herramientas online que promocióne los productos y servicios de las empresas, intercambio de documentación y contacto rápido, metodologías y mejores prácticas en modelos de gestión clúster en oportunidades de networking con líderes en competitividad y potenciales aliados, plataforma de comercialización tecnológica, plataformas informáticas bilingües.

Empresas. Cuenta con una declaración explícita y compartida de su misión, visión y valores que pueden orientar mejor sus acciones y hacer frente a las adversidades para su equipo gerencial y el personal, tener claro su propósito el futuro que quieren construir y los valores.

Las estrategias para desarrollar son las siguientes: fortalecimiento de relaciones intersectoriales necesarias en un mercado globalizado, compartir el conocimiento, buscar alianzas para los negocios, un mejor acceso a financiación para lograr mayor competitividad, incorporación de recursos privados para la financiación de proyectos, compartir el conocimiento promoviendo el intercambio de ideas y la creación de un valor compartido en todos los sectores, participación en proyectos que permitan el acceso a una red comercial y formar a sus empleados como directores de proyecto, formación para los asociados en temas de última información, herramientas y métodos

para fortalecer la competitividad, crear acuerdos de colaboración entre los asociados y grupos de interés, articulación de estrategias de corto, mediano y largo plazo que permitan mejoras significativas en el nivel de competitividad, consolidar la competitividad de las empresas de la región a partir de su amplia tradición e importancia, generar negocios y buscar nuevas oportunidades a través de la innovación, capacitación de los recursos públicos adicionales orientados específicamente a la innovación y los leadmarkets, participación en redes internacionales en las que participen los centros más avanzados para mejorar la capacidad de innovación.

Universidades. La relación que permite impulsar el desarrollo tecnológico del sector, considerado un intercambio de conocimiento y aportes provenientes de la academia e investigación. Ofrece un servicio que pone a disposición del personal y de sus asociados espacios formativos que imponen los mercados actuales y brinda herramientas para aumentar la competitividad.

Las estrategias para desarrollar son las siguientes: apoyar al desarrollo profesional de las personas del sector, documentos de enlace de interés, espacios de discusión y aprendizaje pertinente, espacios de calidad donde se estimule y gestione el flujo de conocimiento y tecnología entre universidades e instituciones de investigaciones mercados, cooperación entre empresas, universidades y centros de investigación, colaboración con universidades y centros tecnológicos para impulsar el desarrollo tecnológico del sector, desarrollo del capital humano a través de programas de formación, capacitación, socializantes, seminarios, talleres, acceder a la transferencia de conocimiento especializado y experiencia, organizaciones y profesionales con conocimiento especializado en clúster y competitividad que colaboren en un contexto abierto y flexible desde la óptica clúster, alinear la oferta educativa con las necesidades empresariales, articular la oferta y la demanda y desarrollar iniciativas de valor compartido.

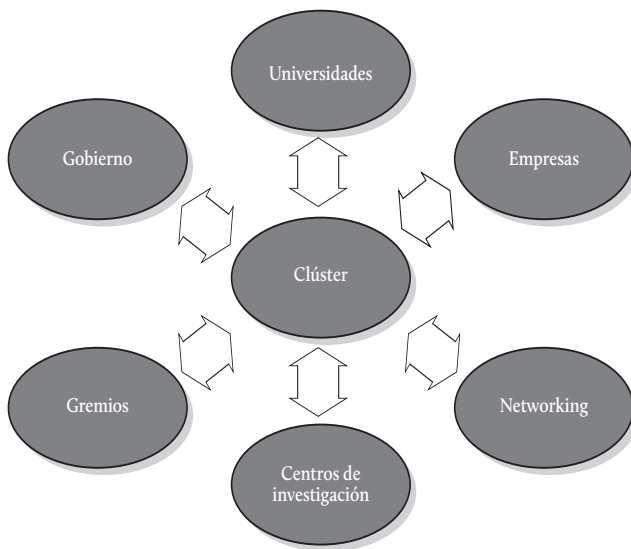
Gobierno. Considerada como la relación de las empresas con el gobierno que beneficien de alguna u otra forma el desarrollo del clúster, organizaciones provenientes del gobierno como cámaras de comercio, ministerios, consejos de competitividad, entre otras.

Las estrategias para desarrollar son las siguientes: acceso a fuentes de financiación pública y privada, lograr acuerdos regionales, nacionales e internacionales, promover la competitividad y la internacionalización del sector, potenciación de competitividad de las empresas generando sinergias y redes internacionales dando acceso a la creatividad y el talento, acuerdos con gobiernos externos para favorecer la transferencia de conocimiento y tecnología.

Gremios. Asociación de empresas de todos los tamaños, con el fin de desarrollar acciones encaminadas al fortalecimiento del tejido empresarial y el mejoramiento de su posición competitiva en los mercados nacionales, mediante esfuerzos organizados entre firmas, gobierno, comunidades educativas e instituciones para incrementar de manera efectiva la competitividad, impulsar actuaciones de todo tipo que fomenten la aplicación de la innovación en todo el tejido empresarial, ofrecer servicios para

impulsar la competitividad y la innovación, registro ante el gobierno como una empresa innovadora, fortalecimiento de relaciones intersectoriales necesarias en un mercado globalizado.

■ Figura 4.1. Modelo de estructura organizacional de clúster aeroespacial en Colombia.



Conclusiones

La consolidación de los clúster aeroespaciales en Colombia implica el uso de nuevas tecnologías, reducir costos, mejorar la adecuación de la oferta y la demanda, aumentar la productividad de las empresas, impulsar la innovación, aumentar la coordinación, fortalecer las cadenas de valor nacionales y a escala internacional, estimular la consolidación de una oferta calificada de productos aeronáuticos contribuyendo al desarrollo económico social y tecnológico de la región y del país.

La consolidación de los clústeres aeroespaciales sirve para que la industria regional pueda proveer partes y repuestos a la Fuerza Aérea Colombiana y a la aviación comercial, de esta forma sustituir una parte de las importaciones que se deben

realizar, esto permitirá desarrollar el sector productivo y generar ahorros significativos en el Estado colombiano; además de contribuir al desarrollo del mercado aeronáutico.

El análisis de la estructura organizacional de los clústeres internacionales y nacionales determinan que la consolidación de los clúster a nivel regional funcionan como un articulador para propender el desarrollo nacional, donde la tecnología y la información son primordiales y un gran actor en el desarrollo de las iniciativas clúster; en este ámbito son participantes importantes las universidades, los parques tecnológicos, los centros de investigación y las redes de comunicación, además, la formación del recurso humano de las empresas creando programas de pregrado y postgrado enfocados al conocimiento de las necesidades de los clúster; la innovación en materia de clúster marca una pauta importante para ser más competitivos en cualquier tipo de mercado poder fortalecer la red de clústeres.

A nivel internacional la consolidación de los clústeres se vuelve en una necesidad, debido al alto nivel de competición por parte de los países más desarrollados, donde el intercambio de conocimientos juega un papel esencial, la diversificación, la cooperación, los estudios de evaluación, los servicios de infraestructura, la gerencia la financiación, la tecnología, la participación de las universidades son aspectos aplicables y referentes para el desarrollo del clústeres aeroespaciales en Colombia.

Referencias

- Alastruey, R. (2011). El networking. UOC.
- Giménez Arribas, J. (1959). Técnica del organigrama. *Documentación Administrativa*, 18, 31-40.
- Becattini, G. (1988). Los distritos industriales y el reciente desarrollo italiano. *Sociología del Trabajo*, 5, 3-18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=59219>
- Concejo Privado de Competitividad. (2021). ¿Quiénes somos? Concejo Privado de Competitividad. <https://compite.com.co/el-cpc/quienes-somos/>
- Hernández, J. M., Pezzi, A., & Soy, A. (2010). Clústers i competitivitat: el caso de Catalunya, 1993-2010. Generalitat de Catalunya, Departament d'Innovació, Universitats i Empresa.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. : McGraw-Hill.
- ISAGEN. (2021). Quiénes somos. ISAGEN. <https://www.isagen.com.co/es/web/guest/home>
- Lawrence, P. R., & Lorsch, J. W. (1967). Differentiation and integration in complex organizations. *Administrative Science Quarterly*, 12(1), 1-47.
- Ley 1955 de 2019 (2019). Congreso de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970#:~:text=NACIONAL%20DE%20DESARROLLO.-,El%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202018%2D2022%20%E2%80%9CPacto%20por%20Colombia,concordancia%20con%20un%20proyecto%20de>

Lobato, J. (2008). Los antecedentes (status questionis). (Taller final). <https://es.slideshare.net/contactofaum/antecedentes-524448>

Madrid Network. (2021). quienes-somos. Madrid Network. <https://www.madridnetwork.madrid/quienes-somos/>

Mitxeo, J., Idigoras Gamboa, I., & Vicente Molina, A. (2004). Los clusters como fuente de competitividad: El caso de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Cuadernos de Gestión, 4(1), 55–67.

Morissette, L., Barré, P., Lévesque, C., Solar-Pelletier, L., Silveira, M., Hernández, J., Souza, L., Brown-Grossman, F., Domínguez-Villalobos, L., & Carrillo, J. (2013). La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional. FLACSO Mexico.

Navarro, M. (2001). El análisis y la política de clusters. Documentos de trabajo del IAIF, 27, <https://eprints.ucm.es/id/eprint/6760/>

Pinto Cristiani, M. E. (2012). Desarrollo organizacional. Red Tercer Milenio.

Porter, M. E. (1999). Los "clusters" y la nueva economía de competencia. Harvard Business Review, 1(2), 30–45.

■ Tabla 1. Análisis comparativo PIB

Países	Población	Área	Densidad de la población	Ingreso nacional bruto	Ingreso nacional bruto per cápita	Producto Interno Bruto	
						Per cápita	
	Millones	Miles de kilómetros cuadrados	Personas por km ²	\$ billones	\$	% de	% de
Argentina	43.8	2,780.4	16	525.0	11,97	-2.2	-3.2
Brasil	207.7	8,515.8	25	1,836.0	8,84	-3.6	-4.4
Chile	17.9	756.1	24	242.5	13,54	1.6	0.8
Colombia	48.7	1,141.7	44	307.2	6,31	2.0	1.1
México	127.5	1,964.4	66	1,153.5	9,04	2.3	1.0
Perú	31.8	1,285.2	25	189.0	5,95	3.9	2.6

■ Tabla 2. Empleo

Países	Agricultura				Industria				Servicios			
	Masculino		Femenino		Masculino		Femenino		Masculino		Femenino	
	% de empleo masculino		% de empleo femenino		% de empleo masculino		% de empleo femenino		% de empleo masculino		% de empleo femenino	
	2000	2016	2000	2016	2000	2016	2000	2016	2000	2016	2000	2016
Argentina	1.0	3.2	0.2	0.4	30.5	36.0	9.8	8.3	68.5	60.8	90.0	91.4
Brasil	23.9	18.3	11.1	10.9	26.8	29.1	12.3	10.9	49.4	52.6	76.6	
Chile	18.9	12.9	4.5	4.9	28.3	31.0	11.9	11.2	52.8	56.1	83.6	83.8
Colombia	25.7	20.3	3.5	4.2	16.9	20.9	11.1	10.7	57.4	58.8	85.4	85.1
México	23.0	19.3	6.7	3.7	29.4	30.2	22.0	16.6	47.6	50.5	71.2	79.7
Perú	1.0	28.7	0.6	20.0	33.1	23.8	15.2	9.8	65.8	47.5	84.2	70.2

Fuente: Banco Mundial (2016).

■ Tabla 3. Infraestructura

Países	Vías férreas				Puertos		Aéreo
	Líneas de ferrocarril	Pasajeros llevados	Bienes transportados	Tráfico de contenedores portuarios	Despachos de transportistas registrados en todo el mundo	Pasajeros transportados	Flete aéreo
	Km	Millones de pasajeros-km	Millones de toneladas-km	TEU miles	Miles	Miles	Millones de toneladas-km
	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
Argentina	25,023	8,588	12,111	1,594	149	15,076	254
Brasil	29,817	15,648	267,7	9,29	827	94,142	1,514
Chile	5,529	840	4,032	4,145	116	16,362	1,441
Colombia	..	..	..	3,451	366	32,262	1,145
México	26,704	479	73,879	5,682	556	53,313	761
Perú	2,02	76	900	2,319	130	15,082	276

Fuente: Banco Mundial (2016).

■ Tabla 4. Tecnología

Países	Uso de Internet	Calidad de Internet	Aplicación de Internet	Comercio de tecnología de la información y las comunicaciones	
	Individuos que usan Internet	Servidores de Internet seguros	Bienes, exportaciones	Bienes, importaciones	Servicios, exportaciones
	% de población	Por millón de personas	% de las exportaciones totales de bienes	% total de las importaciones de bienes	% de las exportaciones totales de servicios
	2006-2016	2016	2016	2016	2015
Argentina	71.0	62	0.1	8.5	39.1
Brasil	60.9	79	0.4	8.4	56.4
Chile	66.0	152	0.6	9.2	30.5
Colombia	58.1	60	0.3	9.2	16.6
México	59.5	41	16.1	16.5	0.7
Perú	45.5	36	0.1	9.7	11.6

Fuente: Banco Mundial (2016).

Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77–90.

Porter, M. E. (1990a). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. Free Press.

Porter, M. E. (march-april 1990b). *Competitive Advantage of Nations*. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations#:~:text=Nations%20gain%20competitive%20advantage%20in%20industries%20where%20the%20home%20demand,advantages%20than%20their%20foreign%20rivals> (la información está tomada directamente de *Harvard Business Review*, no hay números de páginas o de volumen)

Red Cluster Colombia. (2021). *Conozca qué es la Red Clúster Colombia*. Mincomercio / Confecámaras / Red Cluster Colombia. <https://redclustercolombia.gov.co/>

Sforzi, F. (2008). Il distretto industriale: da Marshall a Becattini. *Il Distretto Industriale*, 1000–1010. *Il Pensiero Economico Italiano*, 16(2), 71–80

■ Tabla 5. Tecnología I+D

Países	Investigación y desarrollo (I + D)		Gastos de I + D	Exportaciones de alta tecnología		Solicitudes de patentes presentadas	
	Investigadores	Técnicos				Residentes	No residentes
	Equivalente a tiempo completo por millón de personas	Equivalente a tiempo completo por millón de personas	% del PIB	\$ Millones	% de exportaciones manufacturadas		
	2005-15	2005-15	2005-15	2016	2016	2015	2015
	Argentina	1,202	319	0.59	1,301	8.8	546	3,579
Brasil	698	645	1.17	9,775	13.4	4,641	25,578
Chile	455	285	0.38	620	7.2	443	2,831
Colombia	115	..	0.24	740	9.8	321	1,921
México	242	132	0.55	46,81	15.3	1,364	16,707
Perú	..	..	0.12	165	4.2	67	1,182

Fuente: Banco Mundial (2016).

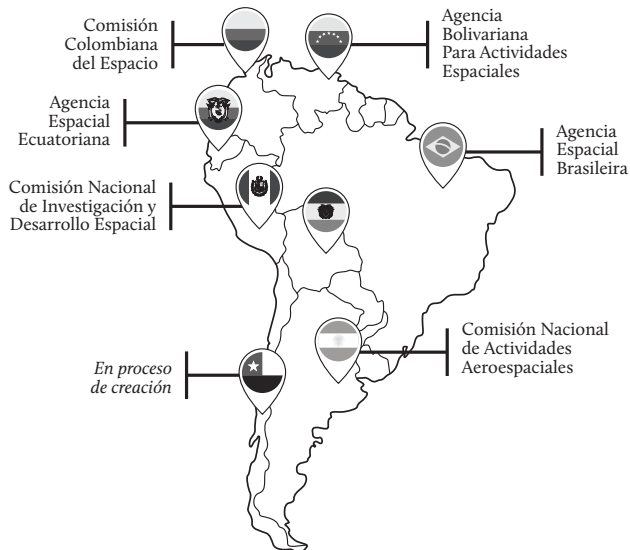
Tenesaca, I., & Velesaca, M. (2010). Diseño de una estructura organizacional y funcional para la empresa Compuauto. [Tesis de grado. Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1143>

Thompson, I., & Chiavenato, S. I. (2007). Tipos de organizaciones. Promonegocios. net. <https://www.promonegocios.net/empresa/tipos-organizaciones.html>

UNAQ. (2021). Campus Franco Mexicano. Universidad Aeronáutica en Querétaro. <https://www.unaq.edu.mx/nosotros/instalaciones/campus-franco-mexicano/>

Vera Garnica, J. (2006). Links relacionados. *Revista Venezolana de Gerencia*, 11(33). (se le debe preguntar al autor de este texto sobre la referencia de Vera Garnica, he revisado y en la *Revista Venezolana de Gerencia*, sólo hay un artículo de él, titulado: Cluster del Salmón en Chile: análisis de los factores de competitividad a escala internacional, publicado en el vol. 14(47), 343-370. He revisado la página del autor [<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Jose-Vera-Garnica-2028357010>] y no tiene un texto titulado de esa forma).

■ Figura 3. Agencias espaciales suramericanas



Fuente: Fuerza Área de Chile (s.f.).

CAPÍTULO 5

Entorno Latinoamericano y factores económicos en el desarrollo espacial colombiano

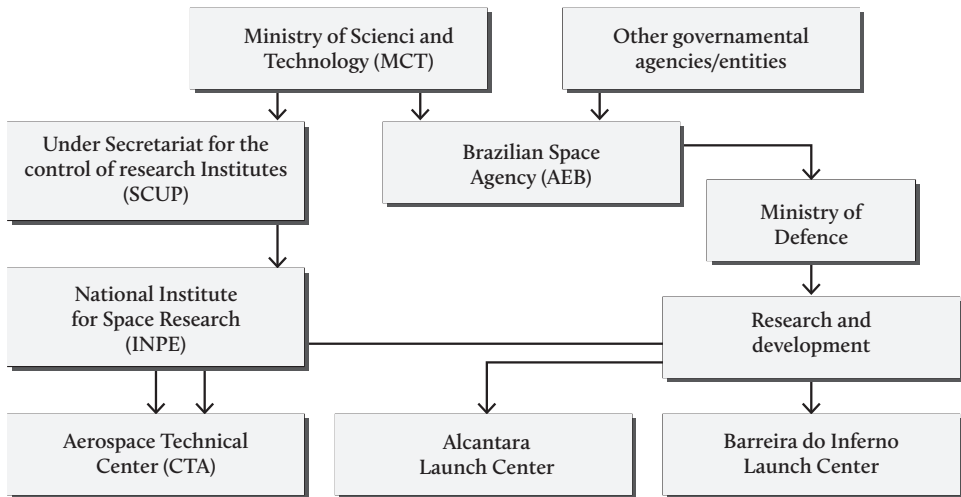
LEGO MORANTE
Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez" —EMAVI—
Fuerza Aérea Colombiana

BERGE CORREA
Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez" —EMAVI—
Fuerza Aérea Colombiana

JOHN FRANKLIN PACHECO GÓMEZ
Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez" —EMAVI—
Fuerza Aérea Colombiana

SEBASTIÁN RAMOS MORENO
Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez" —EMAVI—
Fuerza Aérea Colombiana

■ Figura 4. Modelo sector espacial brasileiro e institutos asociados



Fuente: A Roadmap for Emerging Space States (ARESS), 2017, p. 93.

Introducción

En las últimas décadas, el conocimiento del espacio se ha convertido en un hito importante para la evolución de la humanidad, aumentando los alcances del hombre, al permitir que sus aplicaciones beneficien la seguridad, la industria, las comunicaciones, la medicina, el transporte, la agricultura, la ciencia, entre muchas otras áreas del conocimiento humano.

Poder visualizar el planeta desde el espacio exterior abre nuevas posibilidades, que van desde generar alertas tempranas para predecir tragedias causadas por los fenómenos naturales hasta lograr que la tierra alcance su punto más alto de productividad sin perturbar el medio ambiente. De esta forma, se puede decir, que los avances satelitales son los ojos, la voz y los oídos del mundo.

Gracias a los satélites de observación de la Tierra, se puede colocar a disposición de entidades tanto gubernamentales como privadas, información de carácter espacial tanto del territorio continental como del marítimo para ser aplicada en beneficio de la calidad de vida de la población. Para los sectores económicos y productivos del país es fundamental contar con la información que se puede derivar de las imágenes obtenidas por satélite, ya que permite incrementar su competitividad y productividad nacional e internacional.

La metodología utilizada para la realización del presente capítulo está basada en una recopilación y análisis de información en páginas web especializadas en el tema aeroespacial específicamente haciendo énfasis en las diferentes agencias espaciales latinoamericanas, sus objetivos y sus logros.

Este capítulo aborda las principales variables económicas de algunos países latinoamericanos con desarrollo de capacidades satelitales y una breve descripción de sus agencias espaciales, con el fin de ilustrar acerca de la importancia que tiene contar con este tipo de instituciones para el beneficio de las naciones. Igualmente, se entrega una valoración y prospectiva de la economía espacial en Colombia.

El tipo de investigación que se realizó fue de tipo exploratorio, documental y descriptivo, analizando la información de antecedentes sobre el desarrollo espacial en Latinoamérica y sus aplicaciones para el posterior análisis e interpretación de estos.

Desarrollo

Dimensión espacial de las economías latinoamericanas

A continuación, se describirá un breve panorama de las principales variables macroeconómicas de algunos países de la región.

PIB (Producto Interno Bruto)

El PIB representa el resultado final de la actividad productiva de las unidades de producción residentes. Se mide desde el punto de vista del valor agregado, de la demanda o las utilidades finales de los bienes y servicios y de los ingresos primarios distribuidos por las unidades de producción residentes.

En la Tabla 1 se observa que Argentina muestra el comportamiento del PIB en América Latina, ilustrando la heterogeneidad de este en los países de la región.

Empleo

En relación a los índices de empleo, están vinculados con el comportamiento de la economía de la región y la dinámica propia de cada país, un aspecto a destacar es la mayor inserción laboral de las mujeres. La Tabla 2 muestra algunos índices de empleo por sector económico y sexo.

Infraestructura

En relación a la infraestructura, en la Tabla 3 se puede apreciar que Colombia es el país con menor infraestructura férrea, mientras que Brasil repunta, seguido de México y Argentina. Para el caso de los puertos, el tráfico de contenedores está liderado por México y Chile y respecto al número de pasajeros transportados por vía aérea, ocupa el primer lugar Brasil, seguido de México y Colombia.

Tecnología

En temas de tecnología (tablas 4 y 5), se puede apreciar que Colombia ocupa un cuarto lugar en investigación, desarrollo, innovación y uso de la red de Internet.

Agencias espaciales latinoamericanas

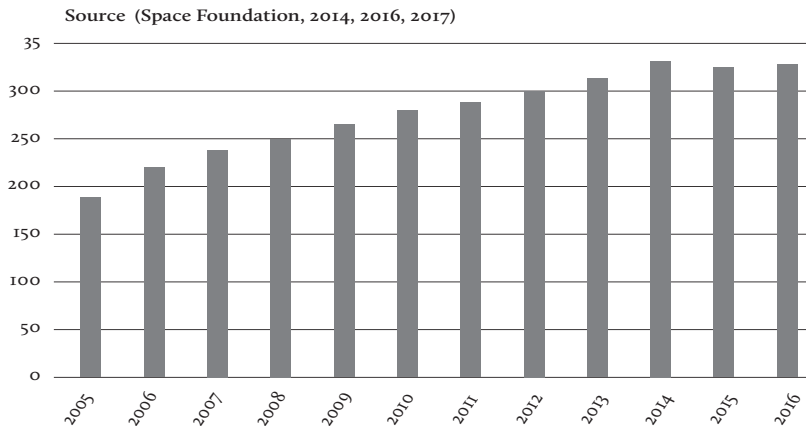
Durante el presente siglo, los países latinoamericanos se han interesado mucho más en la tecnología satelital, dado que, con mayor frecuencia, los productos derivados de ella encuentran aplicaciones que influyen enormemente en sus economías y en todos los aspectos fundamentales de desarrollo nacional, como son por ejemplo la agricultura, la minería, la pesca, los recursos naturales, puertos, turismo, transporte, comercio, etc. Los programas espaciales regionales, en general, han ido creciendo y se tiene planeado varios lanzamientos en un futuro cercano.

Brasil y Argentina fueron los pioneros en Latinoamérica en contar con un programa espacial que les permitió desarrollar sus propios satélites. El adelanto endógeno de tecnología espacial se trató en dichos países como una prioridad y sirvió además para difundir esta tecnología hacia otros países de la región. Estados Unidos, China, Rusia y los países de la Unión Europea muestran cada vez un interés más marcado en participar de los programas espaciales en Latinoamérica, proveyendo servicios como transferencia de tecnología, vehículos y plataformas de lanzamiento, capacitación especializada, investigación y cooperación científica.

El valor del mercado espacial en el mundo es de casi 330 mil millones de dólares y muchos de los países fuertes en proyectos espaciales dedican fondos importantes a su industria espacial, ya que la consideran una industria estratégica. Los líderes en investigación espacial como Estados Unidos y Rusia invierten hasta el 0.25% de su producto interno bruto para ese propósito.

La industria espacial se está expandiendo rápidamente de tres maneras: tamaño, número de países involucrados y tipos de mercado. La Figura 1 muestra las tendencias generales de la industria espacial global en la última década. Tal como se puede observar, el gasto espacial global se ha incrementado en cerca del 4% anual desde el año 2005 (A Roadmap for Emerging Space States -ARESS-, 2017, p. 12).

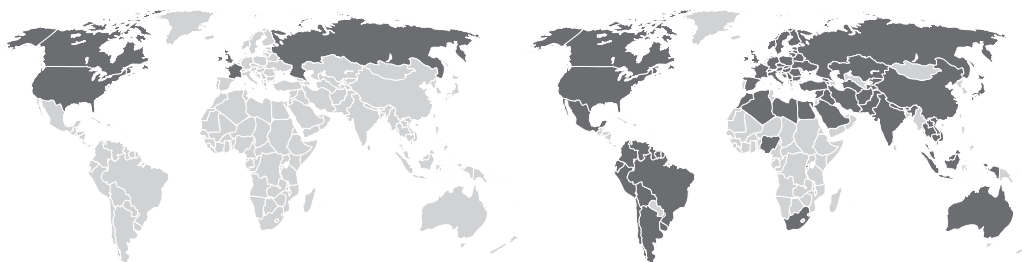
■ Figura 1. Gasto global en actividades espaciales desde 2005 a 2016 (valores en US\$)



Fuente: A Roadmap for Emerging Space States (ARESS), 2017, p. 13.

Así mismo, cada año, nuevos países se han involucrado en la industria espacial. La Figura 2 muestra el incremento de países en posesión de al menos un satélite entre 1966 (izquierda) y 2016 (derecha). Como se puede observar, a nivel latinoamericano, sólo algunos países de Centroamérica y dos de Suramérica hasta el año 2016, no habían realizado ningún desarrollo satelital propio.

■ Figura 2. Evolución de los países con satélite propio entre 1966 (izq) y 2016 (der)



Fuente: A Roadmap for Emerging Space States (ARESS), 2017, p. 13.

Las agencias espaciales latinoamericanas invierten anualmente en sus programas alrededor de 500 millones de dólares y, aunque esta cantidad no es significativa si se compara con el presupuesto de la Agencia Nacional para la Aeronáutica y el Espacio (NASA) el cuál está cerca de los 19 mil millones de dólares, les permite trabajar en sus propios proyectos de investigación en tecnología satelital, pues están direccionados hacia el desarrollo de nanosatélites y satélites pequeños. La Figura 3 ilustra algunas de las agencias espaciales de países suramericanos y su año de fundación.

Argentina

Este país suramericano cuenta con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Su principal proyecto es el desarrollo de dos constelaciones de satélites de radar de apertura sintética para Observación de la Tierra denominadas SAOCOM 1 y SAOCOM 2 cada una compuesta por dos satélites (1A, 1B, 2A, 2B) con un peso aproximado de tres toneladas. Las principales aplicaciones de las imágenes obtenidas por dichos satélites van orientadas hacia la detección de humedad en el suelo con el fin de utilizarse en agricultura, elaboración de mapas de riesgo de enfermedades de los cultivos, generación de alertas tempranas por inundaciones, modelos hidrológicos, detección de derrames de hidrocarburos en el mar, etc.

Por su parte, el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de Argentina (2016), en el Plan Espacial Nacional 2016-2027 (p. 1), afirma que la CONAE tiene la misión de proponer y ejecutar un Plan Espacial Nacional, que tiene el carácter de Plan Estratégico para las actividades espaciales, estableciéndose como una clara política de Estado de

prioridad nacional. El objetivo fundamental del plan es el desarrollo del conocimiento y la tecnología en el campo que se concreta a través de tres componentes:

- Observación de la Tierra: disponer de información de origen espacial y sus aplicaciones, sobre el territorio continental y marítimo, a fin de mejorar la calidad de vida de la población, y aportar a los sectores económicos y productivos del país, para incrementar su productividad y competitividad a nivel nacional e internacional.
- Exploración y utilización pacífica del espacio ultraterrestre: abrir nuevas fronteras de exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, con la cooperación entre países, la realización de proyectos conjuntos y misiones con resultados y beneficios compartidos en forma asociativa y no competitiva.
- Desarrollos tecnológicos para uso espacial: impulsar el desarrollo de la industria nacional, promoviendo el crecimiento y la creación de nuevas empresas creadoras de tecnologías innovadoras, ampliando su ámbito de participación a nivel internacional con el aporte de alto valor agregado en su cadena productiva (Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de Argentina, 2016, p. 1).

Brasil

El programa espacial brasileño inició en la década de los 70 con la creación de la Comisión de Actividades Espaciales de Brasil (COBAE) adscrita a las Fuerzas Armadas. Su principal responsabilidad era el diseño e implementación de la Misión Espacial Completa Brasileña (MECB), programa que tenía como objetivo establecer la autonomía en el área espacial, es decir, colocar satélites brasileños en órbita, con vehículos nacionales, desde un centro de lanzamiento propio. Este organismo fue reemplazado por la Agencia Espacial Brasileira (AEB) que empezó su funcionamiento el 10 de febrero de 1994 y trabaja de manera colaborativa con el Instituto Nacional de Investigaciones espaciales (INPE), el Departamento de Ciencia y Tecnología Aeronáutica (DCTA) y los centros de lanzamiento de Barreira do Inferno y de Alcântara.

Dentro de sus funciones están las de formular, coordinar y ejecutar la política espacial brasileira. Es la agencia espacial latinoamericana más activa desde que realizó en 2004 el lanzamiento de su primer cohete. En la actualidad, cuenta con cinco (5) satélites en órbita y tiene varios en proceso de desarrollo. En la Figura 4 se ilustra el modelo del sector espacial brasileiro y sus institutos asociados. Es un modelo centralizado, en el cual las actividades espaciales se desarrollan dentro del marco del Sistema Nacional de Desarrollo del Espacio. El Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) es una agencia ejecutiva y reporta a los Institutos de Control de Investigación del MCT.

En 1993 fue lanzado el primer satélite brasileño para recolección de datos ambientales, denominado Satélite de Recolección de Datos (SCD-1) y su segunda versión, el SCD-2 se lanzó en 1998. Para el año 2014 Brasil hizo su incursión en el campo de los nanosatélites con el NanoSatC-BR1 desarrollado por la Universidad Federal de Santa María. Mediante el Decreto 8868 del 4 de octubre de 2016, se reglamentó la estructura organizacional,

los cargos y las funciones de la Agencia Espacial Brasileña (Presidencia de la República de Brasil, 2016).

Bolivia.

El 10 de febrero del año 2010, mediante el Decreto Supremo 0423, se crea la Agencia Espacial Boliviana (AEB) adscrita al Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda. Opera dos estaciones de rastreo satelital (Amachuma en La Paz y La Guardia en Santa Cruz) y desarrolló, en alianza con China, el satélite denominado Túpac Katari (TKSAT) con un costo de 302 millones de dólares cuyo lanzamiento se ejecutó el 13 de diciembre de 2013 e iniciando sus servicios en abril del año siguiente. La misión de este satélite es proveer el servicio de radio y televisión digital, Internet y comunicaciones (voz, datos y video) a todo el territorio boliviano. La vida útil de dicho satélite geoestacionario con una altura orbital de 36.000 km, es de aproximadamente 15 años.

Chile

A diferencia de otros países de América Latina, Chile no cuenta con una agencia espacial formalmente constituida; sin embargo, existe un organismo encargado de coordinar y generar las directrices y políticas espaciales denominado Consejo de Ministros para el Desarrollo Espacial. En 1957 Chile hizo parte de la red Minitrack (adscrita al ejército de los Estados Unidos) para rastreo de satélites (iniciando con el Sputnik-I) con la puesta en marcha de dos estaciones terrenas ubicadas en Salar del Carmen (cerca de Antofagasta) y en Peldehue (al norte de Santiago de Chile). En 1958 la administración de ambas estaciones pasó a manos de la Universidad de Chile. En 1963 la estación de Salar del Carmen fue finalmente clausurada pero la estación de Peldehue sigue aún en funcionamiento bajo la administración de la Swedish Space Corporation.

En 1973 Chile se unió a la COPUOS (Committee on the Peaceful Uses of Outer Space) participando de sus sesiones y ha firmado y ratificado los cinco tratados de uso pacífico del espacio vigentes. En 1980 se creó el Comité de Asuntos Espaciales perteneciente al Ministerio de Defensa con el objetivo de proponer la Política Espacial Nacional, así como la ley para crear su Agencia Espacial. Solo hasta el año 2001 se creó la Agencia Espacial Chilena que funcionó hasta 2011, debido a que no se siguieron asignando recursos financieros por parte del gobierno. En los años 90 Chile firmó un contrato con el Centro Aeroespacial Alemán (DLR) con el fin de apoyar la operación de su antena de 30 metros ubicada en la base O'Higgins del Ejército en la Antártica y descargar allí las imágenes provenientes de los satélites de radar ERS-1 y ERS-2.

El 31 de agosto de 1995 se lanzó el primer satélite chileno denominado FASAT-ALFA desarrollado por la Fuerza Aérea Chilena en conjunto con la Universidad de Surrey, el cual presentó problemas en su sistema de despliegue y separación del cohete. Posteriormente, se empezó el desarrollo del FASAT-BRAVO que fue lanzado de manera exitosa el 10 de julio de 1998, pero solo fue hasta el año 2007 cuando se retomó el programa satelital chileno con su tercer satélite denominado SSOT conocido también como el FASAT-CHARLIE que fue lanzado el 16 de diciembre de 2011 construido en asocio con Airbus y con

una resolución de 1.5 metros en la banda pancromática y 5.8 metros en multiespectral, llegando a ser el satélite con mayor resolución en Suramérica (Sarli et al., 2015).

Ecuador

El 1º de noviembre de 2007, la EXA es creada y se convierte en la primera agencia espacial en la historia del Ecuador. El 29 de septiembre de 2008 la Asamblea General de la Federación Astronáutica Internacional reunida en Glasgow, Reino Unido, durante su 59º congreso anual, adopta a EXA como nuevo miembro, en calidad de Agencia Espacial.

En enero de 2018, el consorcio norteamericano ICSP (Irvine Cubesat STEM Program) encarga a EXA el diseño, construcción y prueba de un emisor láser para comunicación órbita a tierra, en la frecuencia de 450 nanómetros y ser integrado en el satélite IRVINE02. El reto consiste en entregarlo en menos de 30 días; EXA lo entrega en 29 días, el dispositivo es nombrado PLM-01 Ferox-class; al ser puesto en órbita, se convierte en el primer cubesat en usar láser para comunicarse desde la órbita con su base en tierra.

Perú

La Agencia Espacial Peruana se denomina Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA). Fue creada en 1974 y promueve e investiga la ciencia y tecnología espacial. Las principales funciones de CONIDA son:

- Promover en Perú el desarrollo y la investigación pacífica en el campo espacial.
- Organizar estudios e investigaciones teóricas y prácticas en temáticas espaciales tanto con entidades nacionales como extranjeras.
- Llevar a cabo acuerdos y convenios con instituciones nacionales e internacionales.
- Administrar las leyes nacionales y la legislación aplicable al espacio.
- Apoyar proyectos educativos y nacionales en el área espacial.
- Promover el intercambio de tecnología y apoyar y ejecutar el entrenamiento de especialistas nacionales.

El 9 de junio de 2014 fue enviado al espacio a bordo de un cohete Antares de la NASA el nanosatélite UAPSAT-1 construido por la Universidad Alas Peruanas y programado para retornar datos de su estado y ambiente espacial por medio de transmisiones de radio amateurs. En septiembre de 2016 se lanzó al espacio desde la Guyana Francesa, a bordo de un cohete Vega, el satélite de alta resolución para observación de la Tierra denominado PERÚ-SAT1 con un peso de 450 kg construido por Airbus Space and Defense. Provee imágenes pancromáticas de un metro de resolución e imágenes con resolución de dos metros en otras cuatro bandas. Bajo el programa PERÚ-SAT1, Airbus Space and Defence ofrece también entrenamiento a ingenieros y técnicos peruanos en instrucción avanzada de tecnologías espaciales, operación de satélites, desarrollo de aplicaciones de imágenes satelitales, etc. (Sarli, et al., 2015).

Venezuela

En 1999 la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela reconoce el derecho a la soberanía del espacio ultraterrestre. En el año 2004 se crea la Comisión Ministerial sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con fines pacíficos para asuntos espaciales.

En el año 2005 se conforma el Centro Espacial Venezolano (CEV); se firma un acuerdo de intercambio y cooperación tecnológica con India y la República Popular China, y se crea además de la Comisión Presidencial Venezolana para el Uso del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos.

Para el año 2006 es firmado un acuerdo con Uruguay para el uso compartido de la órbita 78W y nace el Plan Estratégico de Desarrollo Espacial. En 2008 se firma el Acuerdo Colaborativo con la República Federativa de Brasil y se inauguran las estaciones de control satelital de Guárico y Bolívar. Para 2009 se entrega el control total del satélite Simón Bolívar a Venezuela y en el año 2011 se firma el contrato para la fabricación del satélite Miranda (VRSS-1) el cual es lanzado al año siguiente y para 2013 se inaugura la Estación de Recepción de Imágenes. El 9 de octubre de 2017 se realiza el lanzamiento del satélite Sucre (VRSS-2), cuyo peso es de una tonelada y con capacidad de toma de imágenes de un metro de resolución en la banda pancromática y cuatro metros en 10 bandas dentro de las que se incluyen el espectro visible y el infrarrojo cercano y térmico.

Este país cuenta con la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE) creada en el año 2007, un organismo especializado, técnico y asesor, responsable de ejecutar las políticas y lineamientos nacionales para el uso del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, emanados del órgano rector en materia de ciencia y tecnología. Asimismo, se encarga de concretar programas y proyectos espaciales, además generar regulaciones y normativas en la materia (artículo 3 de la Ley de la ABAE).

Inicia sus operaciones el 1º de enero de 2008, según Gaceta Oficial N° 38.796 del 25/10/2007. Desde su creación, ha estado trabajando en el lanzamiento del primer satélite artificial venezolano, el Simón Bolívar (VENESAT-1), el cual entró en fase de operaciones el día 29 de octubre de 2008 y del satélite Miranda (VRSS-1) el 29 de septiembre de 2012. En el año 2015 se crea el Centro de Investigación y Desarrollo Espacial de Borburata donde se fabrican los satélites venezolanos y se convierte en el principal organismo de capacitación y desarrollo en el campo espacial de Venezuela (Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología, 2018).

México

El 30 de julio de 2010, se promulgó la ley que crea la Agencia Espacial Mexicana AEM, como una iniciativa ciudadana que contempló los foros de consulta para la creación de la Política Espacial de México, misma que definiría los criterios rectores para las actividades de esta institución. Actualmente, México cuenta con el Programa Nacional de Actividades Espaciales (PNAE) que busca generar políticas de Estado a mediano y largo plazo enfocándose en el desarrollo de capacidades para observación de la

Tierra, tecnología en sistemas de posicionamiento global por satélite, comunicaciones satelitales, transporte espacial, etc.

Algunos de los logros más destacados de la Agencia Espacial Mexicana son: integración de la Red Nacional de Datos Geomáticos, Espaciales y Astrofísicos; desarrollo del plan estratégico para la consolidación del Centro Regional de Desarrollo Espacial de Zacatecas; acuerdos de cooperación en materia espacial con las agencias espaciales de China y Venezuela; apoyo a jóvenes emprendedores con el Space BootCamp y la creación del Fondo Sectorial AEM-Conacyt. (Agencia Espacial Mexicana, 2018).

Colombia

La Comisión Colombiana del Espacio (CCE), fue creada el 18 de julio de 2006. Se encarga de desarrollar la tecnología espacial de Colombia, como órgano intersectorial de consulta, coordinación, orientación y planificación. Orienta la ejecución de la política nacional para el desarrollo y aplicación de las tecnologías espaciales, y coordina la elaboración de planes, programas y proyectos en este campo. El principal objetivo de la CCE es optimizar la contribución de las ciencias y las tecnologías espaciales al desarrollo social, económico y cultural de Colombia, mediante su aplicación para la solución de problemas nacionales, el fortalecimiento de los sectores estatal, académico y productivo, el desarrollo sostenible y la competitividad del país. Su plan estratégico se basa en los siguientes aspectos:

- Formulación de políticas y planeación. Incluye actividades tales como diagnósticos, estudios, planes, legislación y normalización.
- Utilización y aplicación de las ciencias y las tecnologías espaciales. Contempla actividades de transferencia de tecnología, adopción de aplicaciones y servicios espaciales, desarrollo y utilización de satélites e Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).
- Fomento y fortalecimiento de la generación de conocimientos y capacidades en ciencia y tecnología. Contempla actividades relacionadas con la formación de talento humano, educación, capacitación, divulgación, información y difusión del conocimiento, mejoramiento de la infraestructura tecnológica e investigación y experimentación para la solución de problemas nacionales.
- Cooperación y relaciones internacionales. Incluye actividades relacionadas con la negociación y suscripción de convenios, acuerdos y tratados internacionales; la defensa de los intereses de Colombia en el escenario internacional y la formulación, negociación y ejecución de los programas y proyectos de cooperación.

La Comisión Colombiana del Espacio constituye la puerta de acceso para que Colombia fortalezca su conocimiento sobre la Tierra y el espacio, mediante la utilización de satélites de comunicación, observación y navegación, entre otros tipos de tecnologías espaciales,

con el fin de optimizar la contribución de las ciencias y las tecnologías espaciales al desarrollo social, económico y cultural del país.

El programa satelital colombiano tiene como su principal objetivo implementar el programa de investigación en desarrollo satelital y aplicaciones en Observación de la Tierra y, en su primera fase, la estructuración del proyecto de investigación satelital en Colombia, el cual permitirá establecer las capacidades investigativas, adelantar las acciones de fortalecimiento mediante la cooperación internacional y obtener el diagnóstico de las fases posteriores y la proyección a largo plazo del desarrollo satelital en Colombia en la temática de observación de la Tierra. Los objetivos específicos del programa satelital colombiano comprenden:

- Establecer mecanismos que contribuyan a la consolidación de la estructura de investigación en ingeniería satelital, en Colombia.
- Evaluar y proponer alternativas para uso de tecnologías satelitales de observación de la Tierra.
- Formular un estudio de viabilidad técnica para la instalación de un satélite colombiano de observación de la Tierra.
- Fortalecer relaciones de coordinación y cooperación con diversas entidades, en especial, con el sector académico y de investigación.
- Proponer estrategias que promuevan el desarrollo tecnológico en el tema de observación de la Tierra y el nivel de competitividad del país en este campo.
- Operar en el marco de la Comisión Colombiana del Espacio y contribuir a su fortalecimiento, mediante la realización de acciones de gestión del conocimiento en los temas de ciencia y tecnologías geoespaciales.
- Cooperar en la realización de programas de formación del talento humano en los temas de ingeniería satelital y observación de la Tierra.
- Apoyar la preparación de materiales técnico-científicos que promuevan la transferencia de conocimientos y difusión de los avances del proyecto.
- Realizar eventos (seminarios, simposios, congresos, cursos, foros y talleres) de carácter técnico y/o científico en los temas del convenio.
- Cuantas otras sean consideradas de interés mutuo, dentro de las disponibilidades de las partes y de las actividades que constituyen el objeto del Convenio (Comisión Colombiana del Espacio, s.f.)

Para su funcionamiento, la CCE se divide en siete grupos de trabajo, según los campos de aplicación de las tecnologías espaciales así: 1) Telecomunicaciones, 2) Navegación Satelital, 3) Observación de la Tierra, 4) Astronáutica, astronomía y medicina aeroespacial, 5) Gestión del conocimiento y la investigación, 6) Asuntos políticos y legales y 7) Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

En lo correspondiente a los satélites enviados al espacio, Colombia solo cuenta con dos de ellos: El Libertad-1 desarrollado por la Universidad Sergio Arboleda y el FACSAT-1 desarrollado por la Fuerza Aérea Colombiana en convenio con la empresa GomSpace de Dinamarca. Este último corresponde a un cubesat de tres unidades con una resolución espacial de 30 metros por píxel y cuyo lanzamiento se efectuó en noviembre de 2018. Dentro de los planes de la Fuerza Aérea se tiene el desarrollo del FACSAT-2 con mejores capacidades y, posteriormente, se apunta hacia una constelación propia de satélites.

Valoración de la economía espacial en Colombia

Gestión ambiental, los ecosistemas y biodiversidad

Comprende toda aquella variedad de organismos vivos y hábitats terrestres y acuáticos que se encuentran dentro y en el contorno de los asentamientos humanos considerados como áreas urbanas y rurales; se manifiesta y varía ampliamente de lo local a lo regional, ocupando desde espacios naturales y rurales, hasta áreas densamente construidas ubicadas en el corazón mismo de las ciudades.

La calidad de vida de quienes habitan y trabajan en las ciudades está estrechamente conectada a los ecosistemas y su biodiversidad. La regulación del clima, la provisión de agua, la calidad del aire, la seguridad alimentaria, la prevención y mitigación de desastres o la recreación, son todos beneficios que los habitantes urbanos reciben de la naturaleza. En la medida en que esa biodiversidad sea destruida, sobre explotada o perturbada, se verá afectada la sostenibilidad económica, social y ambiental de las ciudades y con ello el bienestar de quienes las habitan.

Según Oliveira (2017), más de seis millones de hectáreas en la Amazonia Occidental están amenazadas por la explotación de la madera, el aceite de palma y por la minería. Los científicos han utilizado instrumentos de teledetección para obtener imágenes de alta resolución que ofrecen datos más detallados sobre la diversidad de los árboles y las “estrategias” de supervivencia y crecimiento de cada tipo de planta.

Esto demuestra la facilidad que brindan las imágenes satelitales para observar cuáles son las zonas con mayor riesgo de desaparecer y tomar las medidas oportunas para seguir evitando la pérdida de grandes hectáreas de bosques nativos; además, a través de ellas también se puede evidenciar cuáles son las actividades causantes de la desaparición de la selva y facilitan a los gobiernos de los distintos países su seguimiento y control.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) afirma que para conseguir los USD 4,8 billones que necesita Colombia para cumplir con sus metas en conservación de la biodiversidad, de los cuales US\$1.512 millones de dólares son para implementar la estrategia de control de la deforestación, el país requiere pasar del gasto actual promedio anual de USD 269 millones a USD 447 millones anuales, es decir, que se requiere un aumento progresivo cercano a los USD 103 millones por año (El Tiempo, 26 de marzo de 2018).

El gasto de Colombia en programas de conservación de biodiversidad actualmente se estima en 283 millones de dólares al año, suma que no consigue erradicar todas las

acciones que ponen en peligro la biodiversidad del país (El Espectador, 23 de marzo 2018). En el periodo (2011-2015) se comprometieron \$1.108.934 millones en inversión social ambiental (Contraloría General de la República, 2016). El Consejo Nacional de Política Pública y Social aprobó el documento CONPES que traza la Política de Crecimiento Verde para el país al año 2030 y que plantea inversiones cercanas a los \$2,3 billones con recursos del Presupuesto General de la Nación y de cooperación internacional (Ministerio de Ambiente, 2018).

Se hace imperativo el desarrollo espacial de Colombia para aportar a través de sus estudios de imágenes satélites, al futuro control del suelo en expansión, la declaratoria de áreas protegidas urbanas, los cinturones verdes, las áreas de cesión, los corredores viales con arbolado urbano, la renovación urbana y/o redesarrollo, los corredores ambientales en rondas hídrica.

Recursos hídricos

El cambio climático global (CCG) como resultado de la actividad humana, es también una de las mayores amenazas ambientales reconocida para las zonas costeras e insulares del planeta. Las amenazas provenientes del aumento de la temperatura atmosférica debido al CCG, sumadas a las amenazas por variabilidad climática, tales como tormentas tropicales, marejadas y mares de leva, hacen que las costas colombianas y en especial las del Caribe, sean altamente vulnerables ante el aumento progresivo y acelerado del nivel medio del mar (Vides, Sierra & Cortés, 2012).

Los diferentes ecosistemas que se encuentran en las costas colombianas, como áreas marinas protegidas, son refugios de fauna y flora; es el servicio más importante que prestan y se considera que la amenaza a la que se encuentran más expuestos es la contaminación.

Atmósfera-meteorología-clima

De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como se citó en González (2016), con el uso satelital se están obteniendo productos del programa Climate Hazards Group InfraRed Precipitation (CHIRPS), para elaboración de balances hídricos y se proyecta usar la información de precipitación mensual y los datos climáticos con el fin de complementar la obtenida de las estaciones de la red meteorológica, en especial en aquellas zonas en donde hay escasez de estaciones. La inversión en este aspecto, desde 2013 a la fecha, supera los \$30.000 millones en equipos e infraestructura aeroportuaria y radares meteorológicos. El gobierno prevé realizar una inversión de 5,1 billones de dólares en la modernización de equipos meteorológicos y aeroportuarios como radares y antenas de baja y alta frecuencia (Aeronáutica Civil, 2016).

Sistemas productivos

Agrícola. Según Ocampo (2011), en Colombia se puede utilizar la tecnología espacial en aspectos de planeación agrícola. Para la gestión del riesgo climático son útiles las

herramientas tecnológicas que permiten el monitoreo y la evaluación: desarrollo de indicadores de vulnerabilidad, establecimiento de sistemas de alerta temprana, información satelital, modelos de simulación de cultivos, sistemas de información geográfica (SIG), métodos geoestadísticos, recolección y transmisión automática de datos.

Silvicultura. A partir de imágenes satelitales o fotografías aéreas, se logra identificar en qué lugares se están dando procesos de degradación o de tala. De esta manera, puede realizarse un monitoreo periódico en todas las zonas protegidas del país sin estar limitados por la cantidad de personal en tierra (García, 2014). Además, permiten comparar la efectividad de otros programas o políticas, y concentrar los esfuerzos de patrullaje en las áreas identificadas como de mayor riesgo. El uso de sistemas de información geográfica e imágenes satelitales reduce los costos de verificar en campo si la zona autorizada para la corta fue realmente donde se cortó o si fueron los árboles específicos autorizados (Dinero, 2016).

El IDEAM está trabajando actualmente en la implementación de un Sistema de Monitoreo de Deforestación y Carbono para Colombia que permita medir la deforestación y monitorear de manera más detallada las zonas de mayor importancia (hot spots). Esto es una buena iniciativa para hacer más efectiva la regulación existente (García, 2014)

Piscicultura y pesca. Fog (2010, p. 1), revela la importancia que pueden tener los avances tecnológicos en tecnología satelital: los pescadores en Colombia podrán usar la última tecnología digital para perseguir bancos de peces. Gracias al uso de satélites de la Agencia Espacial Europea, investigadores de la Universidad Nacional de Colombia identifican el nivel de clorofila, que indica la presencia de fitoplancton, alimento base de los peces, e información sobre temperatura superficial del mar.

El control sobre el acceso a la información del Sistema de Seguimiento Satelital de Barcos (VMS), permite verificar la actividad del navío, zonas de pesca, puertos de origen y destino, así como control a los observadores a bordo en algunas pesquerías. Lo anterior, con el fin de cruzar información reportada por las empresas de pesca industrial en sus informes al término de cada faena e informes anuales, así como en las bitácoras de pesca.

Salud

Epidemiología. El análisis de situación de salud en un proceso analítico-sintético que comprende diversos tipos de análisis tanto descriptivos como analíticos, que permiten caracterizar, medir y explicar el perfil de salud-enfermedad de la población en su territorio, incluyendo los daños, riesgos y los determinantes de la salud que los generan (Organización Panamericana de la Salud -OPS-, 2008). El Análisis de Situación de Salud (ASIS) estudia la interacción entre las condiciones de vida y el nivel de los procesos de salud en las diferentes escalas territoriales, políticas y sociales. Se incluye como fundamento el estudio de los grupos poblacionales con diferentes grados de desventaja, consecuencia de la distribución desigual de las condiciones de vida de acuerdo con el sexo, edad y nivel socioeconómico que se desarrollan en ambientes influenciados por

el contexto histórico, geográfico, demográfico, social, económico, cultural, político y epidemiológico, en donde se producen relaciones de determinación y condicionamiento.

Morbilidad atendida. A partir de los Registros Individuales de Prestación de Servicios (RIPS), entre 2009 y diciembre de 2017 se atendieron 48.690.085 personas y se prestaron 695.232.240 atenciones, es decir, que en promedio una persona recibió 14 atenciones. En promedio se prestaron 77.248.026 atenciones anuales durante el periodo.

La Economía de la Salud es un campo de investigación cuyo objeto de estudio es el uso óptimo de los recursos para la atención de la enfermedad y la promoción de la salud. Su tarea consiste en estimar la eficiencia de organización de los servicios de salud y sugerir formas de mejorar esta organización (Mushkin, 1958 como se citó en Restrepo, 2013).

Salud pública. Los esfuerzos realizados por el Ministerio de Salud en la construcción de una nueva política fiscal, el pago de las deudas y la consecución de nuevos recursos para el sector salud son tres de los avances más significativos en materia financiera. En 2017, el sistema obtuvo 1,8 billones de pesos adicionales provenientes del Fondo Nacional de Pensiones de las Entidades Territoriales (FONPET), (700.000 millones), del medio punto del IVA para la salud establecido en la reforma tributaria (890.000 millones), del impuesto al tabaco definido en la misma (129.000 millones) y de otras fuentes, como el gravamen a los licores (135.000) (Ministerio de Salud, 2017a).

Emergencias sanitarias. En el año 2017, el financiamiento total del régimen contributivo fue de 25,6 billones de pesos. Las contribuciones a la seguridad social-salud representaron el 64,2%, mientras que las transferencias de los ingresos internos del Gobierno para salud el 35,8%. En el año 2017, el financiamiento total en los seguros privados y públicos fue de 11,9 billones de pesos. Los ingresos de prepagos voluntarios, según la clasificación de variables del manual del SHA, representaron el 81,0%; los ingresos por prepagos obligatorios (excluidos los fs.3) representaron el 16,0% y los otros ingresos de origen nacional el 3,0% (DANE, 2018).

Gestión del riesgo

Remoción de masa. La información existente es raramente suficiente para evaluar el potencial de deslizamientos en un área de estudio, pero la disponibilidad de nuevas técnicas hace posible un análisis rápido de dicho potencial. Pueden ubicarse deslizamientos pasados con fotografías aéreas o imágenes de satélites y trazarse un mapa de zonificación de deslizamientos que muestre la relación entre ellos y los factores que los causan (material parental, pendiente y humedad).

El uso de sensores remotos en evaluaciones de amenazas naturales, sensoramiento remoto, se trata de un proceso de grabación de información por medio de sensores montados en aeronaves o satélites. Puede utilizarse para revelar la ubicación de eventos naturales ocurridos en el pasado y/o identificar las condiciones bajo las que éstos son más posibles de ocurrir. De esta manera se podrán distinguir las zonas potencialmente

expuestas a las amenazas e introducir medidas de mitigación dentro del proceso de planificación (Ministerio de Agricultura, 2014).

Inundaciones. Los datos con los que hoy en día se cuenta son raras veces suficientes para evaluar el potencial de una inundación en un área de estudio. Mediante la interpretación de imágenes provenientes de sensores remotos puede prepararse una evaluación de esta amenaza que encaje dentro de los límites de tiempo y presupuesto de un estudio de planificación del desarrollo. Dicha evaluación es útil tanto para el diseño de nuevos proyectos como para adoptar medidas de mitigación en proyectos de desarrollo existentes que se encuentran amenazados por este evento (Organización de los Estados Americanos -OEA-, 1991).

Eventos sísmo-técnicos. La superficie terrestre está conformada por placas que se mueven en direcciones diferentes y chocan entre sí. Por ejemplo, la placa de Sur América colinda al occidente con la placa de Nazca; la primera se desplaza de oriente a occidente y la segunda en sentido contrario. El choque de las placas, lento pero continuo desde hace miles de años, ha hecho que se produzcan cambios en la superficie terrestre, tales como la formación de cordilleras y fricciones que ocasionan una enorme acumulación de energía.

Si bien estos fenómenos no pueden controlarse todavía, la tecnología espacial es muy importante para prevenir sus efectos y para ayudar a mitigarlos. Así, que disponer de tecnología espacial puede ser de vida o muerte en muchos casos. Cuando ocurre un desastre causado por fenómenos naturales, tal como una inundación, un sismo o un deslizamiento de tierra, mucha infraestructura se destruye: edificios, carreteras, redes eléctricas y de comunicaciones, suelen ser arrasados. Como consecuencia, no hay buena comunicación y el transporte no puede moverse por la escasez de combustible. Todo esto hace que sea muy difícil entender la naturaleza de los daños y enviar ayuda a los sitios afectados. Bajo estas circunstancias, las imágenes satelitales de observación de la Tierra son de las pocas herramientas que ayudan a comprender la naturaleza de los daños causados y así ayudar a su mitigación.

Volcanes. Los volcanes son una manifestación de la energía interna de los planetas; están ligados a la dinámica de las placas tectónicas. Las erupciones volcánicas, nombre con el que se conoce la salida del magma a la superficie terrestre, pueden ser de muy distintos tipos, dependiendo siempre de la naturaleza del magma, y sus efectos serán también diferentes dependiendo de los mecanismos de cada erupción.

Sequía. La sequía supone una anomalía transitoria, más o menos prolongada, caracterizada por un periodo de tiempo con valores de las precipitaciones inferiores a los normales en el área. La causa inicial de toda sequía es la escasez de precipitaciones (sequía meteorológica) lo que deriva en una insuficiencia de recursos hídricos (sequía hidrológica) necesarios para abastecer la demanda existente. Por ello, no hay una definición de sequía universalmente aceptada, pues difiere de un lugar a otro, e incluso cada usuario del agua tiene su propia concepción (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, 2018).

Colombia está a punto de perder las enormes posibilidades que abre tener esa riqueza. El país podría, por ejemplo, ser una potencia alimentaria. Según el presidente de la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC), Rafael Mejía, hace 15 años el país exportaba más de lo que importaba (5 millones de toneladas contra 4,2 millones anuales); hoy esa cifra es opuesta (4,2 millones contra 11 millones de toneladas). Y lo mismo podría suceder con la energía hidroeléctrica. Todos los problemas del país se reflejan en el agua. La falta de ordenamiento territorial, por ejemplo, es decisiva. Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), de los 114 millones de hectáreas del país, 26 millones tienen vocación agrícola, pero solo se produce en 6,3 millones de hectáreas. En cambio, solo 8 millones de hectáreas tienen vocación ganadera, pero 38 millones están dedicadas a ese fin. El conflicto con la naturaleza es aún mayor. Más de un millón de hectáreas de páramos, lugares sagrados para el agua, tienen títulos mineros u otras actividades económicas. La cifra se duplica a dos millones en otros ecosistemas como humedales, ciénagas y pantanos (Revista Semana, 2016).

Fenómenos atmosféricos. Se tienen cambios en la atmósfera de todo el mundo debido a las variaciones en la actividad solar, que afectan al clima mundial de manera diferente, dependiendo de la época y estación del año, durante el viaje anual de la Tierra alrededor del Sol (Conte, 2013).

Los satélites pueden recoger información precisa, frecuente y prácticamente instantánea a lo largo del mundo. A menudo son la única manera de ver las áreas de desastre. El mundo desarrollado ya hace uso de la teledetección para monitorear y manejar los desastres. En 2005, por ejemplo, varios satélites de la NASA siguieron la estructura e intensidad del huracán Katrina a través del ciclo de vida de la tormenta, proporcionando información para guiar la recuperación posterior, evaluar los daños y analizar los impactos medioambientales.

La contribución de la tecnología en la prevención de los desastres es notable: por un lado, a través de las imágenes satelitales se puede conocer la cartografía de las zonas de riesgo como, por ejemplo, de las áreas fácilmente inundables. Incluso, los satélites de percepción remota, que utilizan técnicas fotográficas con rayos infrarrojos, pueden emplearse para detectar modificaciones en la densidad de la vegetación en zonas proclives a las sequías. También hay satélites meteorológicos que permiten la predicción y seguimiento de las tormentas tropicales.

Incendios. Las imágenes satelitales de incendios forestales se toman una vez que la conflagración ha alcanzado una magnitud elevada, como forma de la gravedad de sus efectos. Pero dados los avances experimentados por la tecnología en áreas como la resolución de imágenes digitales y la capacidad de procesamiento, se podría dotar un satélite geoestacionario específico con la función de detección temprana de incendios: una cámara de telefotografía con un filtro infrarrojo y resolución suficiente como para discriminar celdas de doce metros cuadrados, que compara imágenes tomadas con pocos minutos de diferencia, y que serviría como un sistema de alerta temprana que

permitiría la extinción de una gran cantidad de incendios cuando todavía no han adquirido una gran virulencia (Dans, 2013).

Detrips Incendios, es un sistema de detección en tiempo real de incendios forestales por satélite. Mediante este sistema, calibrado para detectar fuentes de calor a partir de 20 m², se evitarían grandes incendios forestales, rebajando los gastos ocasionados por los mismos y reduciendo las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Entre el 20 y el 50 % de estos gases, son consecuencia de los incendios forestales (Tys Magazine, 2015). Adicionalmente, el sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, en inglés), viaja a bordo del satélite Terra de la NASA, y "ve" las radiaciones infrarrojas emitidas por los incendios allá abajo, en la superficie del planeta. La información del MODIS puede ser transformada rápidamente en "Mapas Activos de Incendios", que muestran donde se están produciendo los incendios de bosques y hacia dónde se mueven, información muy apreciada por los estrategas de la lucha contra el fuego (NASA, 2001).

Prospectiva dimensión espacial económica en Colombia

Estrategias y proyección

En 2018 se realizó un gran avance para el desarrollo aeroespacial en Colombia, con participación de empresas, universidades y representantes de los gobiernos nacional y de Francia que le dieron paso a la Agencia Espacial de Colombia.

La líder de este proyecto es Pilar Zamora reconocida abogada colombiana, cuyos proyectos relacionados con los temas aeroespaciales la hacen tener una valiosa experiencia para poder avanzar de forma eficaz en cuanto a plantear y desarrollar nuevas políticas que den inicio a las primeras dos propuestas de la Agencia Espacial de Colombia: la primera, que busca mejorar la conectividad y contribuir a la educación de los habitantes de las zonas más alejadas, y la segunda, enfocada a fomentar capacidades aeroespaciales en las universidades que ayuden al desarrollo de satélites en Colombia.

Se espera solucionar los inconvenientes que se han presentado para el desarrollo aeroespacial en Colombia al trabajar en un documento CONPES que formule una política a mediano y largo plazo sobre este importante aspecto, dado que Colombia es de los pocos que aún no consigue el desarrollo provechoso de la industria aeroespacial. Hay que resaltar que la casi perfecta posición geográfica de Colombia para este tipo de industrias, lo que se convierte en una gran ventaja, ya que con las imágenes satelitales se puede llegar a una más eficiente predicción del clima para beneficio de la agricultura, los sistemas de navegación, la defensa y las comunicaciones, entre muchos ítems. El último, comunicaciones, adquiere gran importancia, puesto que se libraría a la mayoría de los sectores de la economía

de su cero tortuoso acceso de la tecnología satelital, y para ello ya se cuenta con interesados en asociarse, empresas como Airbus Thales, Eutelsat.

Tras décadas de fracasos por ocupar un lugar en el espacio exterior, Colombia ve una nueva posibilidad de abordar los asuntos espaciales y satelitales, con su primera política nacional espacial, la cual pretende abrir una nueva ruta con el fin de potenciar el desarrollo económico, político, militar y social. Esta nueva política busca solucionar las deficiencias del mercado y el gobierno, las cuales han impedido una completa explotación del sector espacial; para ello tienen propuestas varias estrategias que fomenten oportunidades para una completa explotación del espacio.

Estas medidas pretenden comprometer varias entidades para agilizar los procesos; entre ellas: Colciencias, Ministerio de Educación, Ministerio de las TIC, Ministerio de Relaciones Exteriores. Cada una de estas entidades deberá establecer estrategias que fomenten el interés, la sensibilización, la promoción y el recaudo de los recursos fortaleciendo más y más esta nueva espera.

Conclusiones

Para el desarrollo del sector aeroespacial en Colombia se deben generar estrategias científicas, en educación e innovación, y en el impulso de los sectores industriales que permitan mejorar sus capacidades tecnológicas; lo anterior, con el fin de incursionar en este nuevo mercado: el desarrollo de satélites.

Teniendo en cuenta la importancia geoestratégica y, a su vez, la posición geográfica de Colombia, el gobierno debe contar con una política espacial a corto, mediano y largo plazo que apalanque el desarrollo y uso de los satélites y explotar sus aplicaciones en campos como las comunicaciones, la observación de la tierra, la investigación científica, etc.

Es muy importante crear el clúster aeroespacial y, en él, aglutinar sectores como entidades del Gobierno, empresas mixtas y privadas, Ministerio de Defensa Nacional a través de la Fuerza Aérea Colombiana, universidades, centros de investigación y el SENA, proveedores y suministradores, entre otros, con el fin de empezar a desarrollar una industria espacial propia.

Igualmente, el sector educativo debe empoderarse en el desarrollo de programas académicos e investigación a través de redes que fortalezcan proyectos que den soluciones a las necesidades del sector aeroespacial por medio del desarrollo de productos, componentes y servicios que conlleven a su comercialización.

El apoyo y aporte del gobierno nacional es fundamental para que se fortalezca la política pública espacial con la participación de ministerios, entidades, secretarías y gremios afines con el espacio, las inversiones, economía y seguridad nacional, que faciliten la creación e implementación de las políticas públicas que sean la base para que el sector espacial tenga un fortalecimiento a mediano y largo plazo.

El establecimiento de una estrategia a largo plazo permite la articulación de varios actores, entre ellos la triple hélice: industria, academia y gobierno. El desarrollo de alianzas estratégicas a nivel nacional e internacional, el fortalecimiento de la legislación y la estructuración de políticas públicas. Los marcos regulatorios y jurídicos adecuados harán que Colombia entre a jugar un papel importante a nivel latinoamericano en la industria aeroespacial.

Se debe comprometer mucho más a Colombia (Gobierno, academia, industria y sociedad) para el desarrollo espacial, ya que todavía el país está muy atrasado en este aspecto si se compara con los demás de la región.

A pesar de un importante compromiso financiero e intelectual de los países de la región y el desarrollo de estrategias de investigación espacial a largo plazo, las tecnologías espaciales latinoamericanas todavía se encuentran en una etapa temprana en comparación con las principales potencias del mundo en este campo.

Uno de los principales obstáculos que enfrentan los países latinoamericanos es la falta de financiamiento para realizar proyectos espaciales que impliquen un largo plazo de desarrollo y es por esta razón que se busca el apoyo y la cooperación de países de otras regiones como Estados Unidos, Rusia, China y algunos de la Unión Europea que están muy avanzados en el campo aeroespacial y tienen una política espacial plenamente desarrollada.

Dado que los proyectos de investigación en el campo satelital en un país como Colombia tienen en su mayoría el carácter de adquisición de conocimientos y la generación de capacidades en dicha área y, se desarrollan además en un entorno educativo, vale la pena mencionar algunos aspectos que de ellos se derivan:

Permiten involucrar estudiantes y profesionales de diferentes campos de la ingeniería en proyectos relacionados con tecnología de satélites; generan un ambiente colaborativo entre universidades para que se trabaje conjuntamente en el campo satelital; posibilitan pensar en la adecuación de instalaciones y laboratorios que faciliten la investigación y el desarrollo espacial; incluyen trabajar con tecnología de punta que otro tipo de proyectos no contempla; permiten adquirir experiencia en el desarrollo y gestión de proyectos satelitales; facilitan la creación de convenios interinstitucionales para realizar proyectos de investigación satelital; se adquiere experiencia en el análisis de requerimientos

técnicos y administrativos que conlleva trabajar en satélites; se amplían conocimientos en cuanto a normatividad y aspectos legales relacionados con la tecnología satelital.

Además, son muchos los beneficios que para el país traería investigar y trabajar en tecnologías aeroespaciales, pues se incrementarían las capacidades tecnológicas y se estaría generando una cultura de desarrollo satelital.

Referencias

- Aeronáutica Civil (2016). Inversión en infraestructura meteorológica garantiza el servicio a las operaciones aéreas del país. Mintransporte / Aeronáutica Civil. <https://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/Inversi%C3%B3n-en-infraestructura-meteorol%C3%B3gica-garantiza-el-servicio-a-las-operaciones-a%C3%A9reas-del-pa%C3%ADs.aspx>
- Agencia Espacial Mexicana (2018). Plan de órbita 2.0. Mapa de ruta del sector espacial mexicano. Agencia Espacial Mexicana / Proméxico / Secretaría de Economía. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414932/Plan_Orbita_2.0.pdf
- Agencia Espacial Brasileira (2018). Satélites. Agencia Espacial Brasileira. <http://www.aeb.gov.br/programa-espacial-brasileiro/satelites/>
- Agencia Espacial Civil Ecuatoriana. (2018). La historia de Ecuador al espacio. Agencia Espacial Civil Ecuatoriana. <http://www.exa.ec/historia.htm>
- Agencia Nacional para la Aeronáutica y el Espacio —NASA— (2001). Detector espacial de incendios. Agencia Nacional para la Aeronáutica y el Espacio —NASA—. https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2001/ast21aug_1
- A Roadmap for Emerging Space States —ARESS— (2017). Final Report - Space Studies Program 2017. International Space University. https://isulibrary.isunet.edu/doc_num.php?explnum_id=1350
- Banco Mundial (2016). Informe anual 2016. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/about/annual-report-2015-copy/annual-report1>
- Comisión Colombiana del Espacio (s.f.). Objetivos. Comisión Colombiana del Espacio / Presidencia de la República. <http://cce.gov.co/>
- Conte, R. (2013). Observación espacial de fenómenos naturales y sus consecuencias. <https://bit.ly/2FyKOHb>(COMPLETAR) (se debe preguntar al autor de este texto, el link no funciona y no se encuentra un documento con ese título y ese autor)
- Con inversiones por \$2,3 billones, se aprueba Conpes de Crecimiento Verde(2018, 11 de julio).. El Economista América. <https://www.eleconomistaamerica.co/economia-Am-colombia/noticias/9267911/07/18/Con-inversiones-por-23-billones-se-aprueba-Conpes-de-Crecimiento-Verde.html>
- CONAE (2016). Plan Espacial Nacional. Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de Argentina <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/plan-espacial>

- Contraloría General de la República (2016). Gasto público ambiental, vigencia 2016. Contraloría General de la República. https://campusvirtual.contraloria.gov.co/campus/docsBiblio/RecursosNaturales_2016-2017_Capitulo02.pdf
- Dans, E. (2013, 17 de noviembre). Detectando incendios forestales mediante satélite: un proyecto interesante. Enrique Dans. <https://www.enriquedans.com/2013/11/detectando-incendios-forestales-mediante-satelite-un-proyecto-interesante.html>
- Decreto No. 8.868. (2016, 04 de octubre de). Presidencia de la República de Brasil. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8868.htm
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística —DANE—. (2014, agosto). Producto Interno Bruto. Departamento Administrativo Nacional de Estadística —DANE—. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística —DANE—. (2018). Cuenta Satélite de Salud (CSS) 2018. Boletín Técnico. Departamento Administrativo Nacional de Estadística —DANE—. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/css/BL_cuenta_satelite_de_salud_2018pr.pdf
- EO Portal Sharing Earth Observation Resource. (2018). EO Portal directory Sharing Earth Observation Resource. <https://directory.eoportal.org/ewb/eoportal/satellite-missions/n/nanosatc-br1>
- Fog, L. (2010, 08 de diciembre). Satélite ayuda a pescadores colombianos a atrapar peces. SciDev.Net. <https://www.scidev.net/america-latina/news/sat-lite-ayuda-a-pescadores-colombianos-a-atrapar-peces/>
- Fuerza Aérea de Chile (s.f.). Antecedentes generales de las tecnologías especiales. <http://www.ssot.cl/antecedentes.php>(COMPLETAR) (Este link no funciona, y no se encuentra un documento con este título relacionado con Fuerza Aérea de Chile [se revisó la página de la Fuerza Aérea de Chile: <https://www.defensa.cl/temas-de-contenido/rincon-historico-mindef/la-fuerza-aerea-de-chile/>] se debe preguntar al autor del texto)
- García Romero, H. (2014). Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. Fedesarrollo. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/337/KAS%20SOPLA_Deforestacion%20en%20Colombia%20retos%20y%20perspectivas.pdf?sequence=2&isAllowed=y://bit.ly/2MbyH3y
- González, O. (2016). Situación actual de la recepción de datos por satélite en Colombia. <https://bit.ly/2Hg0vFb>(COMPLETAR) (Este link lleva a la página de la World Metereological Organization, por otra parte no se encuentra ese título con autor González, se debe preguntar al autor de este texto)
- Lozano, J., Sabogal, J. & Arévalo, D. (2011). Estudio nacional de huella hídrica Colombia sector agrícola. Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo, 6, 101-126. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4920481>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). La biodiversidad y sus servicios ecosistémicos: dos puntos clave para la planificación y gestión ambiental urbana.

- Red de desarrollo sostenible. <https://www.rds.org.co/es/novedades/la-biodiversidad-y-sus-servicios-ecosistemas-dos-puntos-claves-para-la-planificacion-y-gestion-ambiental-urbana>
- Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología. (2018). Agencia Bolivariana para Asuntos Espaciales —ABAE—. Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología. <http://www.abae.gob.ve/web/>
- Nassauer, J. (1995) Culture and changing landscape structure. *Landscape Ecology*, 10, 229-237. <https://bit.ly/2SZ97Bw>
- Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes*, 33, 115-123. <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n33/n33a12.pdf>
- Oliveira, J. (2017, 30 de enero). Satélites para proteger el ecosistema más rico del mundo. El País. https://elpais.com/elpais/2017/01/27/ciencia/1485509748_784013.html
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura —FAO— (2018). El Cercano Oriente y África del Norte necesitan un cambio radical en la gestión de las sequías. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura —FAO— <http://www.fao.org/news/story/es/item/1141070/icode/>
- Organización de los Estados Americanos —OEA— (1991). Desastres, planificación y desarrollo: manejo de amenazas naturales para reducir los daños. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de los Estados Americanos. <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/oea57s.pdf>
- ¿Potencia hídrica? (2016, 16 de septiembre). *Revista Semana*. <https://www.semana.com/escasez-de-agua-en-colombia/494180/>
- Restrepo, J. (2013). Retos y perspectivas de la economía de la salud en Colombia: desarrollo académico y evolución del sistema de salud. *DocPlayer*. <https://docplayer.es/10480463-Retos-y-perspectivas-de-la-economia-de-la-salud-en-colombia-desarrollo-academico-y-evolucion-del-sistema-de-salud.html>
- Rodríguez, S., Ibañez, A. & Mantilla, N. (2016). La pesca ilegal marina en Colombia. Procuraduría General de la Nación / Mar Viva. https://www.marviva.net/sites/default/files/2020-10/pesca_ilegal_marina_a_0.pdf
- Santillán, L. (2018). SAOCOM Sistema de satélites argentinos único en el mundo. *Ciencia y Educación*. https://www.taringa.net/+ciencia_educacion/top-saocom-sistema-satelites-argentinos-unico-en-el-mundo_1cq0ih
- Sarli, M., Cabero, M., López, A., Cardoso, J., Jiménez, D., Roman-González, A., Villena, G., Vargas-Cuentas, N. I. & Perazzo, F. (2015). South American Space Era. 66th International Astronautical Congress - IAC 2015, Oct 2015, Jerusalem, Israel. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01216788/document>

Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (2014).

Terremotos. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres —UNGRD—.

<http://gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=149>

Tecnología aplicada a la productividad del campo colombiano (2016, 18 de enero).Revista

Semana. [https://www.semana.com/actualidad/articulo/tecnologia-para-mejorar-la-](https://www.semana.com/actualidad/articulo/tecnologia-para-mejorar-la-productividad-del-campo-colombiano/218224/)

[productividad-del-campo-colombiano/218224/](https://www.semana.com/actualidad/articulo/tecnologia-para-mejorar-la-productividad-del-campo-colombiano/218224/) .

Tys Magazine (2015). Detección en tiempo real de incendios por satélite con Detrip

incendios. Tys Mahazine. [https://tysmagazine.com/detrip-incendios-deteccion-en-](https://tysmagazine.com/detrip-incendios-deteccion-en-tiempo-realo-de-incendios-por-satelite/)

[tiempo-realo-de-incendios-por-satelite/](https://tysmagazine.com/detrip-incendios-deteccion-en-tiempo-realo-de-incendios-por-satelite/)

Vides, M., Sierra-Correa, P. & Cortés, L. (2012). Gestión costera como respuesta al ascenso

del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe. Instituto de

Investigaciones Marinas y Costeras. Serie de Documentos Generales del Invermar No.

57. [http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/gestion-](http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/gestion-costera-como-respuesta-al-ascenso-del-nivel-del-mar.compressed.pdf)

[costera-como-respuesta-al-ascenso-del-nivel-del-mar.compressed.pdf](http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/gestion-costera-como-respuesta-al-ascenso-del-nivel-del-mar.compressed.pdf)

CAPÍTULO 6



Tecnologías digitales emergentes y su influencia en el desarrollo aeroespacial

Y. GUILLERMO GIRALDO

erza Aérea Colombiana

REN DANIELA TORRES GIL

ndación Universitaria Uniempresarial

EGO MORANTE

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” —EMAVI—

Introducción

Este capítulo busca, a través de una revisión documental, presentar un análisis conceptual sobre como el uso de tecnologías digitales emergentes como cloud computing, Big data, inteligencia artificial y el Internet de las cosas están impactando al mundo actual y los proyectos de defensa, para esto se realizó una búsqueda de literatura en bases de datos de Google Academic y Microsoft Academic obteniendo como resultado los siguientes artículos a analizar:

■ Tabla 1 Metodología de revisión de artículos

Patrón de búsqueda	Motor de búsqueda	Artículo seleccionado	Autor	#Citaciones
"converging technologies" + "defense" + "future"	Google Academic	The future is faster than you think: how converging technologies are transforming business, industries, and our lives	Steven Kotler & Peter H. Diamandis	51
"fourth industrial revolution" + "industrial revolution"	Microsoft Academic	The Fourth Industrial Revolution	Schwab Klaus	2.345
"Disruptive Tech Trends" + "future"	Google Academic	The 15 Disruptive Tech Trends defining our Future	Reinaldo Normand	1

Fuente: realización propia.

Además, se hizo una revisión de las entidades de seguridad y defensa relacionadas con procesos de I+D+i aeroespaciales en los países de China, Estados Unidos e Israel para conocer cuáles son las tendencias tecnológicas de defensa aeroespacial.

Computación en la nube

El concepto de computación en la nube o cloud computing fue originado en los años 50, cuando las grandes corporaciones y los institutos de investigación permitieron el acceso a unos computadores principales desde múltiples terminales para aprovechar el poder de cómputo. El término cloud "Nube" no se concretó sino hasta 1990, sin embargo, este concepto se le debe a John McCarthy quien a través de la inteligencia artificial buscaba construir una nube global (Normand, 2016).

Este sugirió, además, que la tecnología Time-Sharing (tecnología de tiempo compartido) conllevaría a un futuro donde el cómputo, o las aplicaciones, se comercializarían como un servicio primordial tal como la electricidad o el agua. Esta idea tomó aún más auge cuando J.C.R. Licklider propuso el concepto de una red de computadoras capaz de comunicar a usuarios en distintas computadoras, en 1962 a través de sus notas, las cuales hablaban de una "Red Galáctica", pero fue hasta los años 90, donde las hojas de cálculo, el trabajo de procesamiento, el escrito público, el software confiable para el procesamiento, se desarrollaron, por el acceso a los PC y el almacenamiento de información de forma económica y convencional (Normand, 2016).

Durante la década de los 90 el Internet, junto con sus protocolos TCP/IP, fueron capaces de soportar un ancho de banda lo suficientemente alto, como para hacer realidad la "Nube". A pesar de esto, durante esta época la "Nube" era muy limitada y las empresas de telecomunicaciones eran las únicas que ofrecían algunos servicios, como por ejemplo, redes privadas virtuales (VPN) (Henriquez et al., 2015).

Más tarde, la empresa Salesforce.com introdujo en 1999 el concepto de Software as a Service (SaaS) como un servicio de entrega de aplicaciones empresariales a través de la web. Poco después en el 2002, Amazon entra en el terreno de la Cloud logrando uno de los mayores avances, modernizando sus centros de datos para así lanzar uno de los mayores productos en la computación en la nube: Amazon Web Service (AWS). En el 2006 Google, con la creación de Google Docs, logró llevar el concepto al conocimiento del público común y corriente, y en ese mismo año, nació Elastic Computing Cloud (EC2) por parte de Amazon, el cual permite a cualquier tipo de empresa (especialmente las pequeñas) "alquilar" computadores mediante la web para ejecutar sus aplicaciones (Henriquez et al., 2015).

En el siglo XXI con la llegada del internet el paradigma de la computación local empezó a cambiar y un nuevo concepto de computación en la nube nació, pasando de usar una computadora principal en la red corporativa para almacenar, administrar y procesar información, migrando a una red de servidores remotos hospedados en internet. Esto le permite a las Startup acceder a poderosas computadoras con alta capacidad de almacenamiento y procesamiento de información, sin tener que adquirir servidores y habilitar localizaciones físicas centralizadas que generarían altos costos (Henriquez et al., 2015; Normand, 2016).

Se puede considerar un modelo para permitir, de manera conveniente, el acceso ubicuo a la red bajo demanda a un conjunto de recursos informáticos configurables (por ejemplo: redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que puede ser provisionado y liberado rápidamente con un esfuerzo mínimo de gestión o interacción de un proveedor de servicios (Henriquez et al., 2015).

Las tecnologías en la nube podrían permitir la creación de valor y la captura de valor, a través de la toma de decisiones creando una planificación orientada al servicio, generando máquinas sociales, a través de la conexión entre las redes físicas y humanas. Este concepto de conexión permite el desarrollo de trabajos en cooperación para crear una sinergia de tal manera que varios elementos diferentes se esfuerzan por algo en

común, enriqueciéndose de las diferencias que permite conectar el computación en la nube (Núñez, 2015; Radanliev et al., 2020).

Los servicios que ofrece la nueva computación en la nube es 24/7, con infraestructura administrada por expertos, con altos estándares de mantenimiento, seguridad física y de la información. Hoy en día el lanzamiento de servicios como AWS de Amazon permiten a cualquiera lanzar productos digitales de forma fácil y escalable, reemplazando hardware por software, controlado remotamente por personas con un conocimiento mínimo de redes y arquitectura de servidores. Esto ha permitido que miles de startups florezcan como el caso de Instagram, WhatsApp y Netflix, llevando que la mayoría de apps, sitios web y videojuegos utilicen el poder de la computación en la nube (Normand, 2016).

■ Figure 1 Principales aplicaciones de Big data



Fuente: <https://www.stoodnt.com/>

Las principales compañías que ofrecen estos servicios son Amazon, Google y Microsoft, llevándolos a ofrecer incluso servicios gratuitos. Hoy en día hasta los gobiernos como el de EE.UU. han llegado a tomar los servicios de la computación en la nube por ser más seguro, económico y práctico (Normand, 2016).

■ Fotografía 1: Data Center Administrado por Google.



Fuente: Normand (2016).

Se podría decir que gracias a su funcionamiento en la actualidad, la computación en la nube presenta las siguientes ventajas y desventajas: entre las ventajas está el autoservicio por demanda, acceso ubicuo en la red, rápida elasticidad, bajos costos, mayor rapidez de servicios, amplia cobertura, mantenimiento constante, defensa ecológica y se consideran como desventajas, la seguridad en el manejo de información, privacidad para información vital con respecto al tipo de nube que se utilice y las limitaciones de conectividad que exigen que siempre debe estar con acceso a la red (Henriquez et al., 2015).

Internet de las cosas

En 1989, el inventor John Romkey conectó una tostadora Sunbeam a Internet, convirtiéndola en el primer dispositivo del IoT (Internet of Things), diez años después, el sociólogo Neil Gross hizo una predicción famosa en las páginas de Business Week en la que manifestaba: “En el próximo siglo, el planeta Tierra tendrá una piel eléctrica, utilizará Internet como una plataforma para soportar y transmitir sus sensaciones. La piel ya se está cociendo. Se compone de millones de dispositivos de medición electrónicos integrados: termostatos, manómetros, detectores de contaminación, cámaras, micrófonos, sensores de glucosa, electrocardiogramas, electroencefalogramas. Estos monitorearán ciudades y especies en peligro de extinción, la atmósfera, nuestros barcos, autopistas y camiones, nuestras conversaciones, nuestros cuerpos, incluso nuestros sueños” (Diamandis & Kotler, 2020).

Hoy en día Internet es la red más grande del mundo. En 2010, aproximadamente una cuarta parte de la población de la Tierra, 1.800 millones de personas, estaban conectadas a ella; para 2017, la penetración había alcanzado los 3.800 millones, aproximadamente la mitad de la población mundial, a velocidades de gigabit y muy bajo costo, 4.200 millones de nuevas mentes adicionales están a punto de unirse a la conversación global, el efecto sinérgico que ha producido el internet potencia las acciones de todos los actores que la integran (Diamandis & Kotler, 2020; Núñez, 2015).

Las áreas de aplicación de IoT se dividen en tres categorías (Bagchi et al., 2020): mejorar los espacios, en los que vivimos (por ejemplo, hogares y oficinas), potenciar los dispositivos que utilizamos (por ejemplo, electrodomésticos, vehículos), mejorar la eficiencia de los sistemas de producción y entrega (por ejemplo, agricultura, red eléctrica, fabricación) para mejorar la vida humana y la productividad (Normand, 2016).

El IoT es el escenario en el cual objetos, animales y personas con identificación son capaces de transferir información a una red sin requerir de la interacción humano-humano o humano-máquina, esto lleva a que el IoT converja con otras tecnologías como la inalámbrica, los sistemas micro-electromecánicos (MEMS por sus siglas en inglés) y el internet. La aplicación del IoT estará conectado con la automatización del hogar, como refrigeradores inteligentes, cámaras de internet, alarmas contra humo, ropa inteligente como los relojes, gafas, alcanzando términos como el de ciudades inteligentes que pueden ser controladas a través de sensores más económicos, inteligentes y conectados a internet, con cámaras de reconocimiento facial, con sistemas de control climático, acceso computarizado, en sistemas de agua, luz, gas, y rutas con una alta densidad de

sensores electrónicos para seguir y responder a los movimientos de los ciudadanos (Normand, 2016).

El IoT mejora industrias como la alimenticia, vitales para la supervivencia de la especie, haciendo un seguimiento más preciso de la cría de animales, de los problemas de salud identificado enfermedades tempranamente, en el caso de la agricultura la hará más precisa, fortaleciendo los procesos de rastreo de los cultivos en las diferentes temporadas, regulando a través de sistemas automatizados la aplicación de fertilizantes, irrigación de agua y pesticidas (Normand, 2016).

Una de las principales conexiones entre las aplicaciones físicas y digitales que ha sido habilitada por la cuarta revolución industrial, en su forma más simple, se puede describir como una relación entre las cosas (productos, servicios, lugares, etc.) y la gente, que resulta posible mediante tecnologías conectadas y plataformas varias (Schwab, 2016).

Los sensores, y muchos otros medios para conectar las cosas del mundo físico a redes virtuales, están proliferando a un ritmo asombroso. Sensores más pequeños, baratos e inteligentes se están instalando en hogares, ropa y accesorios, ciudades, redes de transporte y de energía, así como en procesos de fabricación. Hoy en día, hay miles de millones de dispositivos en todo el mundo, como teléfonos inteligentes, tabletas y ordenadores que están conectados a internet. Se espera que su número aumente sensiblemente en los próximos años, con estimaciones que van desde varios miles de millones hasta más de un billón. Esto alterará radicalmente la manera en que se gestionan las cadenas de suministro al permitir controlar y optimizar los activos y las actividades a pequeñas escalas (Schwab, 2016).

Lo anterior debido al crecimiento exponencial que ha presentado el uso de los sensores, hace veinte años, sensores precisos habrían costado millones y requerirían una habitación de gran tamaño para albergarlos. En la actualidad, algunos sensores como el Oura cuesta cerca de \$300 usd del tamaño de un dedo, confirmando lo que se establece en la ley de Moore (Diamandis & Kotler, 2020).

El IoT en la administración de la cadena de suministros de la transformación productiva de la industria 4.0, ayudara a preparar para la digitalización en un alto grado procesos, fabricación inteligente y conectividad entre empresas. Esto requiere comprender la relación entre el emprendimiento tecnológico y los cambios socioeconómicos que se producirán en el siglo XXI. Esta cooperación bajo el contexto de la teoría de los costes de transacción, en algunas ocasiones puede llegar a determinar la aplicación de los recursos de manera más eficiente en el mercado, y las empresas podrán corregir en ciertos momentos, imperfecciones que se presentan y enfrentar los posibles cambios en su entorno , en este proceso, se tendrá un impacto transformador en todas las industrias, desde la manufactura y la infraestructura hasta la salud (Radanliev et al., 2020; Saldaña et al., 2020)

Esto podemos evidenciarlo en el monitoreo remoto; una aplicación muy conocida del IoT. En la actualidad, cualquier paquete, pallet o contenedor puede estar equipado con un sensor, un transmisor o una etiqueta de identificación por radiofrecuencia

(RFID) que permite a una empresa rastrear sus movimientos a través de la cadena de suministro, cómo se comporta el objeto, cómo se está utilizando y así sucesivamente. Del mismo modo, los clientes pueden hacer un seguimiento continuo (prácticamente en tiempo real), del trayecto del paquete o documento que están esperando. Para las empresas del sector de la operación de cadenas de suministro largas y complejas, esto es transformador. En un futuro próximo, también se aplicarán sistemas de monitoreo similares al movimiento y rastreo de las personas (Schwab, 2016).

El nuevo diseño permite a las pyme visualizar los recursos cibernéticos necesarios y el proceso de integración y la hoja de ruta transformadora para la integración de las tecnologías IoT consolidadas para la composición futura de las cadenas de suministro de sus empresas, permitiéndoles ser competitivos e integrarse de forma colaborativa con otros actores del proceso productivo (Radanliev et al., 2020).

En los sistemas IoT su principal característica es que el ser humano es consumidor de las salidas, pero también pueden proporcionar entradas para agregar confiabilidad y contexto al sistema, debido a que el modelado y el análisis requieren del comportamiento humano. Hecho que presenta un gran desafío por los complejos aspectos fisiológicos y psicológicos que los seres humanos abarcamos (Bagchi et al., 2020).

Los principales desafíos que deben enfrentar los sistemas IoT, requieren una innovación sustancial debido a factores como: la diversidad de sensores y actuadores con diferentes tecnologías inalámbricas que utilizan, la variedad de ubicaciones interiores y exteriores en las que se implementan, las condiciones impredecibles bajo las cuales se efectúan, incluida la imprevisibilidad en la disponibilidad y calidad de la conectividad de red, la interacción de los humanos en el ciclo, las restricciones de energía y potencia de cálculo (Bagchi et al., 2020).

Para 2030, investigadores de Stanford estiman 500 mil millones de dispositivos conectados (cada uno alberga docenas de sensores) que, según una investigación realizada por Accenture, se traduce en una economía de \$ 14.2 billones de dólares. Lo anterior, sobre las masas digitales que se proyectan conectar pasando en el 2017 de 3.800 millones a 8.200 millones en 2025 (Diamandis & Kotler, 2020).

Big data

El mundo presenta una tendencia hacia la generación de datos, desde la interacción de las personas con las nuevas tecnologías, las mediciones de variables del entorno o los flujos de datos personales. Todas estas fuentes de datos se convierten en posibilidades de investigación científica e innovación empresarial. Es importante también, tener en cuenta cómo en el área de la industria y los negocios se ha presentado una explosión en el número de datos, causada principalmente por el rápido desarrollo del internet, nuevos conceptos como el Internet de las cosas y la computación en la nube. En el contexto de la cooperación empresarial nos ayuda para considerar la toma de decisiones dentro de un orden, que lleve a la interacción de las organizaciones a generar una sinergia positiva

a través de la comprensión de los sistemas dinámicos y los alcances que se pueden tener dentro de los acuerdos mutuos (Saldaña et al., 2020).

El crecimiento en el volumen de datos generados por diferentes sistemas y actividades cotidianas en la sociedad ha forjado la necesidad de modificar, optimizar y generar métodos y modelos de almacenamiento y tratamiento de datos que suplan las falencias que presentan las bases de datos y los sistemas de gestión de datos tradicionales. Big data surge como una nueva era en la exploración y utilización de datos. Desde la perspectiva empresarial, Big data no representa solo grandes volúmenes de datos, al momento de considerar los patrones extraídos a partir de los datos y que pueden generar procesos de innovación, mostrando el inicio de una era de innovación, competitividad, productividad y revolución científica (Hernández-Leal et al., 2017).

El ingreso del Big data a la historia tecnológica hace que los datos complejos cobren sentido, logrando extraer valor de la información de activos, empleando nuevas tecnologías y llevando a cabo procesos tales como el testeo A/B, crowdsourcing, fusión e integración, algoritmos genéricos, machine learning, procesamiento del lenguaje natural, procesamiento de signos, simulación, análisis de serie de tiempo y visualización de la información (Normand, 2016).

El Big data permite mejorar los negocios, generar mecanismos antifraude, ayuda a mejorar ámbitos que van desde la salud hasta la generación de políticas de gobierno, abriendo nuevas oportunidades de negocio porque surgen mecanismos que permiten entender las dinámicas de negocio en tiempo real, como el comportamiento de los consumidores, las actividades de vida nocturna, los mercados, etc. (Hernández-Leal et al., 2017).

El Big data es una herramienta importante para enfoques como la manufactura predictiva que requiere para disminuir tiempo y ser más productiva, una gran cantidad de datos y herramientas de predicción avanzadas para un proceso sistemático de información útil. Esto aplica para incrementar la seguridad frente a los ataques de las propias organizaciones, ya sean empresas en el entorno económico o los propios ministerios de defensa en el entorno de ciberataques, se contempla la utilidad de las tecnologías de Big data en escenarios como la vigilancia y seguridad de fronteras, lucha contra el terrorismo y crimen organizado, contra el fraude, planes de seguridad ciudadana o planeamiento táctico de misiones e inteligencia militar (Hernández-Leal et al., 2017).

Con el auge del Big data se ha dado cabida también a un nuevo concepto, Data Science o Ciencia de los datos, incluyendo también el surgimiento de un nuevo perfil profesional, el "Data Scientist", las personas capacitadas en este perfil deben saber del negocio, de las herramientas computacionales y de análisis e interpretación estadística (Hernández-Leal et al., 2017).

Las compañías que han sido pioneras en el uso de analíticas profundas sobre grandes bases de datos han sido las que operan sobre Internet, como son los motores de búsqueda, los sitios de redes sociales y los sitios de comercio en línea. Para el procesamiento de grandes conjuntos de información es requerido mucho poder de computación, que

solo grandes titanes tecnológicos como Microsoft, IBM, HO, Oracle, Amazon y Google, pueden ofrecer a través de la nube (Hernández-Leal et al., 2017b; Normand, 2016).

Una de las bases de Big data es la computación en la nube que con su crecimiento ha logrado que los desarrolladores ya no requieran de grandes inversiones en hardware, la elasticidad de recursos sin necesidad de pagar por servicios de gran escala es un hito fundamental en la historia de las tecnologías de la información. Permitió que el almacenamiento, cómputo y las redes, se concentraran en la escalabilidad horizontal de los recursos virtualizados (Hernández-Leal et al., 2017).

La asociación entre la IA y Big data, permite que los datos “sucios”, con errores potenciales, incompletos o de diferente precisión, puedan ser corregidos, ya que la IA pueda ser usada para identificar y limpiar estos datos sucios. Ayuda a la visualización de los datos, para facilitar el análisis de datos, proyectando crear aplicaciones inteligentes de visualización para determinados tipos de datos. Debido a que las tecnologías de almacenamiento están evolucionando constantemente, es cada vez más factible proporcionar en tiempo real, análisis de bases de datos más grandes, para acelerar la toma de decisiones (Hernández-Leal et al., 2017).

Se hace énfasis en la utilización de técnicas de inteligencia artificial (IA) para facilitar la captura y estructuración de grandes volúmenes de datos y también cómo se han implementado para el análisis de estos. Las técnicas de IA para el tratamiento de Big data permiten la delegación de tareas complejas de reconocimiento de patrones, aprendizaje y otras tareas basadas en enfoques computacionales, la IA contribuye a la velocidad en la manipulación de los datos, facilitando la toma de decisiones rápidas (Hernández-Leal et al., 2017).

En el Big data tiene una particular importancia para los tomadores de decisiones, en conjunto con otras tecnologías ayuda a muchas industrias online y offline, a organizar y optimizar sus decisiones de mercadeo a través de gigantes franjas de información habilitadas por compañías como Google y Facebook (Normand, 2016).

Técnicas Big data

Minería de datos

La minería de datos (data mining - DM) se puede definir como el proceso de extracción de conocimiento a partir de cúmulos de datos. Se suele utilizar el término minería de datos como sinónimo de descubrimiento de conocimiento, pero realmente no son sinónimos, la minería de datos es solo un paso en el proceso de descubrimiento de conocimiento (Diamandis & Kotler, 2020).

Machine learning

Aprendizaje máquina es un área de investigación bastante reconocida en las ciencias de la computación, principalmente comprende el descubrimiento de modelos, patrones y regularidades en los datos. El machine learning puede ser visto desde dos enfoques,

los simbólicos y los estadísticos. Los primeros trabajan el aprendizaje inductivo de descripciones simbólicas, mientras que los segundos se centran en los métodos de reconocimiento de patrones o en la estadística (Diamandis & Kotler, 2020).

Reconocimiento de patrones

El reconocimiento de patrones (pattern recognition) es una técnica que se aplica principalmente en procesos de ingeniería, computación y matemáticas que tiene como objetivo extraer información, a partir de un cúmulo de datos, que brinde la posibilidad de establecer propiedades o relaciones entre estos datos (Diamandis & Kotler, 2020).

Algoritmos genéticos

Los algoritmos genéticos (genetic algorithms) son una técnica aplicada en la ingeniería computacional, pero que parte de la concepción biológica de la genética. Estos algoritmos comprenden un enfoque que busca dar solución a diversos problemas matemáticos intangibles que no han podido tener solución desde otros enfoques matemáticos tradicionales. Los algoritmos genéticos utilizan también operaciones genéticas como la mutación, recombinación y cruce. En el que se definen los algoritmos genéticos como métodos de búsqueda estocásticos diseñados para explorar problemas complejos, con el fin de encontrar una solución óptima, generalmente usando información propia del problema como guía de la búsqueda (Diamandis & Kotler, 2020).

Aprendizaje de reglas de asociación

El aprendizaje de reglas de asociación (association rule learning), es un método para encontrar las relaciones entre variables en grandes bases de datos, su objetivo es identificar reglas usando algunas medidas de relación de intereses, por ejemplo, en el caso de las redes sociales, se trataría de revisar las personas que posiblemente les interesarían seguir a otras dependiendo de sus amistades o seguidores. En el caso de tiendas de productos, podría ser la revisión de los productos que se compran juntos con frecuencia para sugerirlos a un cliente que adquiera uno de los productos relacionados. Actualmente en el mercado se consiguen tecnologías de Big data como Casandra, Apache Hbase, Hadoop Mapreduce, Mahout, entre otras. (Diamandis & Kotler, 2020).

Para el año 2019 cerca de 236,5 miles de millones de correos electrónicos fueron enviados y recibidos, haciendo que el flujo de información sea difícil de detectar, pero entidades como el servicio secreto de los EE.UU., son capaces de detectar a través de este medio tramas terroristas a través del almacenamiento, análisis y cruce de conexiones de información de cientos de billones de mensajes de app, plataformas de redes sociales, transacciones financieras, informaciones de viajes y otros tipos de información (Diamandis & Kotler, 2020).

Inteligencia artificial (IA)

La IA se podría definir como la capacidad de una computadora digital o de una máquina computarizada controlada para desarrollar tareas asociadas con inteligencia, tales como reconocimiento de discurso, percepción visual, toma de decisiones o traducción entre lenguajes (Normand, 2016).

A través de la historia, varios hitos de la computación como la construcción de ELIZA en el año 1964, un programa interactivo en inglés que simulaba un diálogo con una psicoterapeuta, o el avance significativo que se dio en los años 80 donde apareció una nueva área de investigación denominada Deep Learning o aprendizaje profundo mostrando el potencial de la IA. Pero no fue sino hasta el año 1997 cuando la computadora de IBM Deep Blue venció al campeón mundial de ajedrez, Gary Kasparov, que la IA empezó a tomarse en serio (Normand, 2016).

En 2005 eventos como el organizado por DARPA llamado "el gran desafío" que promovió la investigación en vehículos autónomos que consistía en la construcción de un vehículo robot capaz de navegar 175 millas a través del terreno del desierto sin la intervención humana, mostrando las capacidades prácticas de la IA. En 2011 la computadora WATSON de IBM venció a los campeones del juego Jeopardy Challenge un juego reconocido por sus preguntas complejas, difíciles e inteligentes, demostrando un gran avance en la IA. Sin embargo, ha presentado grandes preocupaciones en 2014, científicos y emprendedores como Bill Gates, Elon Musk, Steve Wosniak y Stephen Hawking, advirtieron a la sociedad sobre los peligros que puede llevar una superinteligencia IA para la humanidad (Normand, 2016).

Se ha podido catalogar la IA, en débil IA, fuerte IA y la superinteligencia, de las cuales en la actualidad la humanidad puede por su poder de cómputo llegar a una IA débil o WAI por sus siglas en inglés caracterizada por especializarse un área del conocimiento, haciendo cosas simples como filtrar el spam del correo electrónico, cargada de rudimentario aprendizaje y de acuerdo a las preferencias ajustadas en tiempo real, o las búsquedas en Google de acuerdo a las preferencias del consumidor, o sistemas de reconocimiento de voz como Siri, Cortana o Alexa, o algoritmos de mercadeo como las recomendaciones de Amazon o las sugerencias de amigos de Facebook (Normand, 2016).

Hoy en día, estos sistemas pueden distinguirlo de una multitud, leer sus labios a distancia y, al examinar las microexpresiones y otros biomarcadores, realmente saben lo que siente. Mientras tanto, el software de seguimiento ahora es tan hábil que un dron pilotado por IA puede seguir a un humano corriendo por un bosque denso. En el frente de la escucha, Amazon Echo, Google Home y Apple HomePod han agregado una función siempre activa, esperando nuestra próxima función de comando y las máquinas ahora pueden manejar algunos comandos bastante complicados (Diamandis & Kotler, 2020).

En 2018, Google enloqueció cuando lanzaron un video de un asistente de IA llamado Duplex haciendo una llamada telefónica a una peluquería para reservar una cita. La cita fue reservada sin problemas, pero el asunto más importante fue sobre la recepcionista del salón, quien, en ningún momento de la conversación, supo que estaba hablando con una

máquina. La lectura y la escritura muestran un progreso similar, Talk to Books de Google permite hacer una pregunta a AI sobre cualquier tema. La IA responde leyendo 120.000 libros en medio segundo y responde proporcionando citas de ellos. La actualización aquí es que las respuestas se basan en la intención del autor y no simplemente en palabras clave. Además, la IA parece tener sentido del humor. Del mismo modo, la función Smart Compose de Gmail ya no solo sugiere palabras y su ortografía correcta, ahora deja escapar frases completas a medida que escribe. Incluso otras aplicaciones de IA están generando libros enteros (Diamandis & Kotler, 2020).

La IA fuerte o SAI por sus siglas en inglés es cuando las máquinas tienen un conjunto de capacidades y habilidades como las de un ser humano, con la habilidad de transferir aprendizaje de un dominio a otro, pero tiene dificultades para identificar emociones y expresiones faciales, describir una escena, o distinguir un tono normal del sarcasmo. Para esto debe haber una mayor capacidad de cómputo para el rendimiento de estas tareas, con un hardware asequible, los tecnooptimistas manifiestan que se podría alcanzar en el año 2030, pero los pesimistas consideran que hasta el año 2070 (Normand, 2016).

La superinteligencia se consideraría el momento en el que el ser humano perdería el control sobre su creación, lo cual podría ser bueno o malo para la humanidad. En un escenario malo podrían presentarse casos como los de películas como Matrix o Terminator, y podríamos ser destruidos o esclavizados por esta superinteligencia. En un escenario altruista esta tecnología sería un salvador de la civilización arreglando todos nuestros problemas (Bostrom, 2014).

Esta tecnología tiene la capacidad de converger con muchas otras tecnologías como el Big data, un ejemplo de esta actividad es Forbes que elaboran varios de sus informes comerciales con el uso de ambas tecnologías. Otro ejemplo, de esta integración es el sistema de fusión de datos meteorológicos para generar pronósticos en tiempo real para las tripulaciones de vuelo, donde se realiza la fusión de datos de varias fuentes de información y a través del uso de códigos de IA se utilizan para generar pronósticos meteorológicos, mucho más eficientes y generando advertencias meteorológicas en tiempo real que pueden afectar la seguridad en vuelo. La cooperación puede obtener un mayor grado de eficiencia siempre que las tecnologías que cooperen consigan costes más bajos en una manera integrada (Diamandis & Kotler, 2020; Saldaña et al., 2020)

Una realidad que en la actualidad nadie puede comprender, es el impacto que la IA tendrá en los mercados como las ventas minoristas, donde es claro las injustas ventajas que traerá a los propietarios de las tiendas, dividiendo el mercado en dos campos: los que hacen uso completo de la IA y los que se declaran en bancarota. Al igual que el empleo donde podrá generar un alto impacto en el desempleo en los procesos de automatización de las industrias forjando brechas tecnológicas, económicas y sociales, que requieren de una acción colectiva global generando iniciativas que desarrollen nuevas competencias en la educación, o tomar medidas económicas como crear un ingreso mínimo global para garantizar el consumo y la estabilidad del sistema global (Diamandis & Kotler, 2020).

Desarrollo

Tendencias en tecnologías aeroespaciales de defensa

El presente capítulo analiza las investigaciones y desarrollos tecnológicos aeroespaciales de defensa que en la actualidad están desarrollando China, Estados Unidos e Israel; donde inicialmente se muestra su contexto en I+D+i, y como a partir de este y otros factores han logrado el desarrollo y la comercialización de productos tecnológicos manteniéndose como referente en lo relacionado con actividades de ciencia, tecnología e innovación. Adicionalmente se muestra cuáles son las apuestas estratégicas tecnológicas, para la defensa del dominio aeronáutico y espacial de estos países.

Caso China

En el contexto asiático, el líder en términos de I+D+i de defensa es China, debido a su alto desarrollo económico de las últimas dos décadas y el aumento de su inversión en el gasto en defensa de los últimos años por encima del PIB, con una inversión para el año 2019 de 177.418 millones de dólares según Budden & Murray en 2019. Sin embargo, a nivel mundial Estados Unidos es el país que más gasta, especialmente en áreas fundamentales como la investigación básica y aplicada, pero China está cerrando rápidamente la brecha, ya que según el Instituto Internacional de Investigaciones para la Paz de Estocolmo, más conocido por sus siglas en inglés SIPRI, esta tiene el 6,2% del mercado mundial armamentístico, y es el quinto país con mayor exportación de armas a nivel global (Budden & Murray, 2019; SIPRI, 2019).

Para fortalecer sus tareas de investigación avanzada de alto nivel en defensa, China creó el Comité de Ciencia & Tecnología en el año 2016, una organización de alto nivel independiente, que se encuentra bajo las órdenes del alto mando, que se encarga de promover la importancia de la fusión entre los militares y los civiles, para el desarrollo dual y uso de tecnologías.

Las fuerzas armadas de China están acelerando la implementación de la estrategia para desarrollar el ejército a través de la ciencia y la tecnología, en un intento por mantener y mejorar las áreas donde lideran e intensificar la innovación en áreas emergentes. Han logrado grandes avances en la innovación independiente en algunas tecnologías estratégicas, de vanguardia y disruptivas, y han logrado desarrollar productos estratégicos de alta tecnología como la supercomputadora Tianhe-2. Centrándose en las teorías de la guerra, las fuerzas armadas de China han innovado en doctrinas militares, obteniendo resultados en estrategia militar, operaciones conjuntas y tecnologías de la información, que han proporcionado un apoyo teórico a la defensa y el desarrollo militar.

La principal responsabilidad de la ciencia, la tecnología y la industria relacionadas con la defensa de China es asegurar la producción y el suministro de equipo militar para cubrir las necesidades de la defensa nacional. Al mismo tiempo, cumplen la importante tarea de promover el desarrollo de la economía e incrementar su poder nacional (Deloitte,

2018; Department of Defence, 2019; Ministry of National of the People's Republic of China Defense, 2019; U.S., 2018).

China ha indicado que su ambición es dominar la fabricación de alta tecnología y volverse autosuficiente en la producción de bienes de alta tecnología para satisfacer la demanda nacional y mundial, de acuerdo con lo manifestado por su presidente Xi Jinping el cual declara que China debe convertirse en líder mundial en ciencia y tecnología para el 2050, proyectando que para el año 2022 el presupuesto de China en I+D+i supere el de los EE.UU. Ya China ha superado a los Estados Unidos en términos de producción manufacturera, y está cerrando rápidamente la brecha en los indicadores críticos a largo plazo, incluido el gasto en I + D. En este contexto China adoptó el plan quinquenal hasta el año 2025 en el que establece diferentes áreas de Investigación, Desarrollo e Innovación relacionadas con el área aeroespacial donde se encuentran relacionadas las siguientes tecnologías (Budden & Murray, 2019; United States. Department of Defense, 2020; Zheng-Hong, 2007):

- Tecnologías de la información: donde las prioridades incluyen tecnologías de percepción inteligente, redes ad hoc y tecnologías de realidad virtual.
- Inteligencia artificial: en esta área, China quiere ser líder mundial, apostándole al desarrollo de inteligencia autónoma y en enjambre.
- Nuevos materiales: las prioridades incluyen materiales y estructuras inteligentes, tecnologías superconductoras de alta temperatura y tecnologías de materiales energéticos altamente eficientes.
- Manufactura avanzada: las prioridades incluyen tecnologías de fabricación extremas, máquinas herramientas avanzadas de servicio inteligente y procesos industriales.
- Armas hipersónicas y tecnologías de energía avanzada: las prioridades incluyen la energía de hidrógeno, con el desarrollo de tecnologías de celdas de combustible, combustibles alternativos y tecnologías avanzadas de vehículos no tripulados.
- Computación avanzada: para enlazar el desarrollo de ciberoperaciones y el diseño de armas, recortando el ciclo de I+D.
- Tecnologías cuánticas: para asegurar las comunicaciones globales, enlazar la computación y las capacidades de encriptación, para la detección de objetivos bajo el agua y enlaza submarinos navegando.

Por otra parte, el ámbito de defensa aeroespacial de China es dirigido por la Fuerza Aérea del Ejército Popular de Liberación (PLAAF), constituyendo las fuerzas de aviación más grandes de la región Indo-Pacífico y la tercera más grande del mundo, con más de 2.500 aviones en total, de los cuales aproximadamente 2.000, son aviones de combate (incluyendo cazas, bombarderos estratégicos, bombarderos tácticos, aviones tácticos de misiones múltiples y aviones de ataque). El libro blanco de defensa de la República Popular China de 2019 describió las misiones y tareas de la PLAAF como una transición

de la defensa aérea territorial a las "operaciones ofensivas y defensivas". La PLAAF está alcanzando a las fuerzas aéreas occidentales. Esta tendencia está erosionando gradualmente las ventajas técnicas militares significativas y de larga data de los Estados Unidos con respecto a la República Popular China en el dominio aéreo. La PLAAF continúa modernizándose de acuerdo a la estrategia 2021, con la entrega de los siguientes prototipos (Cordesman, 2021):

- Cazas: en 2020, el DOD informó que la PLAAF probablemente se convertirá en una fuerza mayoritaria de cuarta generación en los próximos años, habiendo ya desplegado más de 800 aviones de combate de cuarta generación (incluidos el J-10, J-11 y J-16 y sus variantes). Algunos de los cazas furtivos J-20 de quinta generación de la PLAAF están operativos (Cordesman, 2021).
- Bombarderos: de los aproximadamente 450.141 bombarderos / aviones de ataque de la PLAAF, los más avanzados, el H-6K, son "aviones de alcance extendido que pueden transportar seis misiles de crucero de ataque terrestre, lo que proporciona acciones de largo alcance y capacidades de ataque de precisión. Un bombardero estratégico de largo alcance revelado en 2019, el H-6N, parece tener capacidad nuclear, según el DoD. Así mismo se encuentra en desarrollo otro bombardero furtivo de desarrollo de largo alcance denominado el H-20 para completar la tríada nuclear de China de sistemas de lanzamiento de armas nucleares terrestres, aéreas y marítimas" (Cordesman, 2021).
- Aeronaves de alerta temprana: las aeronaves de control y alerta temprana aerotransportadas de la PLAAF (incluidas las KJ-2000, KJ-200 y KJ-500) son "multiplicadores de fuerza", con la capacidad de fijar un objetivo o rastrear miles de objetivos simultáneamente, proporcionando un tiempo de adquisición de objetivos más rápido, datos de posición del objetivo más precisos y mayor capacidad para detectar objetivos complejos (Cordesman, 2021).
- Transporte y reabastecimiento aéreo: los aviones de transporte (incluido el avión de carga pesada estratégica Y-20) y los aviones de reabastecimiento aéreo (incluido el petrolero IL-78 importado de Rusia) están ampliando el alcance operativo de la PLAAF y ampliando las capacidades expedicionarias (Cordesman, 2021).
- Defensa aérea y antimisiles: China ha recibido un número desconocido de sistemas de misiles tierra-aire (SAM) S-400 que está adquiriendo de Rusia, que amplían el alcance y la precisión de las defensas aéreas de largo alcance de China y pueden ser capaces de interceptar algunos misiles balísticos de corto alcance. Dependiendo de cuántas baterías adquiera la PLAAF y dónde se desplieguen, podrían complicar las operaciones aéreas de los Estados Unidos y otros países en los mares del este y sur de China, y cerca de Taiwán. En la actualidad el HQ-19 en prueba, probablemente ofrece capacidad de defensa contra misiles balísticos y está diseñado para apuntar a misiles balísticos con alcances de hasta 3.000 km (Cordesman, 2021).

- Vehículos aéreos no tripulados (UAV): la flota en expansión de UAV de China con y sin capacidad de armamento, está mejorando la capacidad del Ejército Popular de Liberación (EPL) para llevar a cabo inteligencia, vigilancia, reconocimiento (ISR), contramedidas electrónicas, aviación naval y misiones combinadas de reconocimiento y ataque. El EPL también está probando lo que afirma es el primer "UAV de carga grande" del mundo, que el DoD evalúa "puede ser especialmente adecuado para proporcionar apoyo logístico a las fuerzas del EPL en el mar de China Meridional" (Cordesman, 2021).
- Aviones de combate: una de las tendencias más enmarcadas para la Fuerza Aérea es la modernización de los aviones de combate de cuarta generación que generalmente se caracterizan por lo siguiente (Hernández-Leal et al., 2017):
 - Radares multimodo escaneados electrónica o mecánicamente, búsqueda infrarroja pasiva y sistemas de seguimiento.
 - Cabinas de "vidrio" con pantallas multifunción (MFDS), pantalla de visualización frontal mejorada (HUD) y visor montado en el casco (HMS).
 - Comunicaciones de gran ancho de banda y enlaces de datos e identificación, amigo o enemigo (IFF).
 - Aviónica de guerra electrónica avanzada (EW), que incluye sistema de interferencia digital, receptor de advertencia de radar, dispensadores de bengalas y contramedidas adaptativas.
 - Motores con mayor empuje y vida útil; armas avanzadas, incluidos misiles aire-aire de largo alcance (AAM :), AAMS de corto alcance fuera de puntería, LACMS, ASCMS y municiones guiadas de precisión (PGMS).
 - Radares de matriz escaneada electrónicamente pasiva o matriz escaneada electrónicamente activa (AESA). Estos radares proporcionan detección de radar de largo alcance y haces de radar escaneados electrónicamente que permiten la adquisición automática de objetivos, el seguimiento de múltiples objetivos y datos de objetivos de alta precisión para enfrentamientos aire-aire y aire-tierra de precisión.
 - Bloqueadores de memoria de radiofrecuencia digital (DRFM) que permiten respuestas de bloqueo inteligentes instantáneas mediante la selección automática de formas de onda de bloqueo para contrarrestar una amenaza de radar específica, lo que mejora significativamente la supervivencia de los aviones de combate (Hernández-Leal et al., 2017).

Los aviones de combate de quinta generación chinos que aún se encuentran en desarrollo, se destacan por el empleo de las siguientes tecnologías emergentes que les garantiza mantenerse a la vanguardia en la protección de sus intereses nacionales (Hernández-Leal et al., 2017):

- Diseños de aviones furtivos con firmas de radar e infrarrojos significativamente reducidas.
- Radares AESA. Sistemas de focalización EO multibanda de largo alcance.
- Fusión de sensores.
- Cabinas de vidrio avanzadas con grandes MFDS y HMSS.
- Enlaces de datos avanzados que fusionan datos de redes aéreas y terrestres.
- Transporte interno de AAMS, LACMS, ASCMS y PGMS fuera de dirección de alineamiento y de largo alcance.
- Suites EW sofisticadas con bloqueadores DRFM avanzados
- Super maniobrabilidad y/o capacidad de supercrucero (capacidad de volar por encima de mach 1 sin el uso de postcombustión). Diseñado con tecnología de guerra centrada en la red; esto permitirá tener una potente letalidad aire-aire y capacidades de ataque de distancia en operaciones de sensor a tirador.

Caso Estados Unidos

La industria militar estadounidense tiene una gran influencia en el mercado de seguridad y defensa a nivel mundial, ya que según datos del Instituto Internacional de Investigaciones para la Paz de Estocolmo o Stockholm, Estados Unidos tiene el 34 % del mercado mundial armamentístico y además abastece a más de 100 países, por lo que las compañías americanas Lockheed Martin Corp, Boeing, Northrop Grumman Corp, Raytheon y General Dynamics Corp son las que cuentan con más ventas en el mundo (cerca de 148.040 millones de USD) para el año 2018 (SIPRI, 2019). El departamento de defensa recibe \$ 636.4 mil millones, o el 13 % del presupuesto federal, donde la United States Air Force (USAF) con su Air Force Research Laboratory (AFRL); el cual es el encargado en la Fuerza Aérea de liderar el descubrimiento, desarrollo y entrega de tecnologías de combate para las fuerzas aéreas, espaciales y ciberespaciales, generando investigaciones en materiales y manufactura, sistemas aeroespaciales, sensores, municiones, energía dirigida, vehículos espaciales, hipersónico, rendimiento humano, tecnologías cuánticas y tecnologías hipersónicas en la actualidad se encuentra ubicada en la base de Wright Patterson en Ohio (Air Force Research Laboratory, 2019); ejecuta aproximadamente el 50% de su presupuesto y es la fuerza militar que más invierte en I+D+i del DoD, lo que lo ha convertido en uno de los principales referentes por tener la Fuerza Aérea más poderosa del mundo, quienes han afirmado que su estrategia para mantener el dominio del aire, el espacio y el ciberespacio y un desarrollo eficiente en Ciencia, Tecnología e innovación se basan en siete pilares tecnológicos fundamentales (Murray & Budden, 2017; USAF, 2013, 2019)

- Sistemas de alta velocidad y energía dirigida: que permitan la reducción de exposición, que sean reutilizables y sensibles, apostándole a desarrollo de tecnologías hipersónicas. Se busca la utilización de ondas electromagnéticas

enfocadas que permitan la autoprotección de las aeronaves, defensa de bases aéreas, la supresión de defensas aéreas enemigas, bajo el concepto de letalidad controlada (USAF, 2013).

- Autonomía / distribución de toma de decisiones / sistemas fraccionados: construcción de sistemas que permitan absorber los ataques, el cual requiere el trabajo en la autonomía de los sistemas basadas en IA, poder migrar la toma de decisiones de control a operadores distribuidos a través de hardware y software seguro (USAF, 2013).
- Aviones avanzados de arquitectura adaptativa: trabajan en la arquitectura abierta de operación Plug and Play, de una variedad de módulos y componentes que les permitan a los sistemas de armas adaptarse rápidamente a misiones cambiantes. Proponen trabajar en la conectividad instantánea y el reconocimiento de los armamentos por otros sistemas (USAF, 2013).
- Armas pequeñas incluyendo municiones y misiles de largo alcance, aviones eficientes de energía y propulsión: el ahorro de combustible a través de la eficiencia energética, están proponiendo cambiar por una mayor capacidad de alcance, carga útil, resistencia y capacidades de combate en general. Las grandes áreas de mejora en la eficiencia son los sistemas de propulsión, potencia, estructura de los aviones y la aerodinámica (USAF, 2013).
- Computación cuántica para desarrollar investigaciones en el mundo sub atómico, bajo la teoría cuántica que permitan revolucionar las operaciones de la Fuerza Aérea (USAF, 2019)
- Inteligencia artificial para asegurar el uso efectivo de la información para ganar las guerras del futuro (USAF, 2019).

El concepto operativo futuro de la Fuerza Aérea de los EE.UU. reta a implementar tecnología avanzada de maneras innovadoras para detectar y derrotar a los adversarios, también enfatiza que la naturaleza de guerra no cambiará en las próximas dos décadas, pero deben asumir las nuevas misiones de la evolución de la Fuerza Aérea que son: control de dominio adaptativo, integración global de la inteligencia, vigilancia y reconocimiento, rápida movilidad global, ataques de precisión global, comando y control multidominio. Estableciendo seis tendencias emergentes con implicaciones para ellos sobre los cuales deben trabajar hacia un futuro (USAF, 2015):

- Adquisición y desarrollo de capacidades de los adversarios para desafiar a los Estados Unidos.
- Aumentar la importancia o la frecuencia de las operaciones irregulares, urbanas, humanitarias y de inteligencia.
- El aumento de los desafíos a la disuasión.
- Los costos de energía.
- Explotar nuevas oportunidades tecnológicas.
- Desafíos del cambio climático.

Dentro de los desarrollos tecnológicos de la USAF, que se encuentra adelantando el Air Force Research Laboratory se encuentran del desarrollo de los siguientes programas:

- Skyborg:
 - Busca el desarrollo de sistemas UAV de bajo costo.
 - Desarrollar sistemas de rápida respuesta.
 - Crear estructuras de combate en masa con UAV.
- Golden horde
 - Integración de enlace de datos de radios entre diferentes sistemas autónomos.
 - Comportamiento colaborativo en la entrega de sistemas de armas en red.
 - Mejorar la efectividad en el cumplimiento de la misión de la aviación de combate en la entrega de armamento.
- Tecnologías Satelitales de Navegación – 3 (nts-3)
 - Desarrollar un sistema robusto para requerimientos militares.
 - Mejorar los mecanismos de seguridad contra la suplantación.
 - Optimizar los tiempos de respuesta.
 - Tecnologías satelitales reprogramables en órbita para derrotar interferencia.
 - Desarrollar un sistema de navegación compatible con sistemas espaciales, misiles y sistemas de mando y control en múltiples dominios.
- Espacio
 - Energía solar espacial: vehículos espaciales que colecten y transfieran energía solar.
 - Vehículos espaciales avanzados energizados con propelentes no tóxicos (ascent).
 - Dispositivos y sistemas estratégicos de navegación atómica (sands): Mejorar la navegación y los tiempos de respuesta de las capacidades de combate del DoD.
- Sistemas aeroespaciales
 - XQ-58A VALKYRIE - UAV de bajo costo y alto rendimiento
 - Ground Collision Avoidance Automático (Auto Gcas): este sistema busca desarrollar un sistema automático para prevenir colisiones.
 - Tecnología Alar Adaptable Morfológicamente: es una tecnología que busca que el perfil alar se adapte en cada una de las fases del vuelo generando eficiencias en el consumo de energía.
- Municiones

- Bombas de penetración en el campo de combate.
- Municiones autónomas de bajo costo para ambientes urbanos Actualización tecnológica rápida- comunicación entre diferentes sistemas de armamento.
- Información
- Gestión y flujos de trabajo de ejecución sistemas de comando y control multidominio.
- Materiales y fabricación
- El desarrollo de electrónica híbrida flexible que permite una mayor ligereza y resistencia a las vibraciones y adaptabilidad.
- Manufactura aditiva con polímeros para mejorar la calidad optimizar costos en procesos de producción con estos materiales.
- Sistema de medición de corrosión en tiempo real a través de equipos implementados en las aeronaves.

Por otra parte, de acuerdo al informe entregado por el AFSC "Air Force Space Command" "The Future of Space 2060 and Implications for U.S. Strategy"; donde los participantes del Departamento de Defensa, la NASA, la OTAN, la industria y la academia utilizaron una técnica alternativa de análisis de futuros para desarrollar una gama de escenarios futuros y explorar cómo se relacionan con el poder nacional proporcionando una perspectiva a largo plazo sobre posibles futuros espaciales para apoyar la toma de decisiones estratégicas. A partir de este se identificaron las siguientes tendencias tecnológicas que impulsan las mayores contribuciones del espacio (Command, 2019):

- Innovación en los lanzamientos espaciales (por ejemplo, reducir el costo de llevar masa al espacio).
- Búsqueda de capacidades cibernéticas para apuntar a sistemas e infraestructura espaciales.
- Disminución de los costos de desarrollo de subsistema.
- Aumento del tamaño de los buses satelitales con capacidades en funcionalidades más complejas.
- Disminuir el tamaño, la potencia y el peso de las cargas útiles, al tiempo que aumenta la capacidad de carga útil.
- Desarrollo de constelaciones de satélites más pequeños.
- Mayor presencia del ciberespacio en los activos espaciales, su infraestructura de apoyo y en el dominio espacial en su conjunto.
- Robótica y maniobras en órbita que brinden capacidades para construir, mover, mantener y reemplazar estructuras complejas en el espacio.

- Sistemas de energía espacial capaces de soportar la infraestructura espacial y proporcionar energía por haz de luz terrestre.
- Nuevas capacidades comerciales basadas en el espacio, incluida la fabricación, aprovechando la órbita baja.

Militarmente, el valor del espacio a mediano y largo plazo se derivará de una expansión del régimen operativo espacial, que aumenta la dificultad de los adversarios para localizar y negar los elementos espaciales clave necesarios para el dominio de la información durante los conflictos en el espacio y entre dominios. Esta expansión también proporciona una mayor flexibilidad en el posicionamiento y maniobra de los activos para proyectar poder en todo el espacio cislunar, esto ha generado el desarrollo de un enfoque estratégico en las siguientes áreas (Command, 2019):

- Desarrollo y control de la infraestructura espacial civil y las normas, reglas y leyes espaciales.
- Aumento de la importancia del espacio para extender el alcance militar y proporcionar dominio de la información global para apoyar el logro de los objetivos nacionales en los conflictos, para incluir la preservación del secreto amistoso esencial.
- El espacio como un elemento clave de la infraestructura global con el Departamento de Defensa teniendo un papel más amplio en la protección de los intereses espaciales civiles y comerciales de los EEUU.

Caso Israel

Israel se ha posicionado en el mundo no solo como un país de alta tecnología, adicionalmente es el país que más invierte en investigación y desarrollo, por lo que es un lugar atractivo para inversionistas, y uno de los principales exportadores de armamento y aliados estratégicos de EE.UU. Según Stockholm International Peace Research Institute en 2018 Israel toma el octavo lugar detrás de EE.UU., Rusia, Francia, China, Alemania, Reino Unido (Donatas, 2019).

El gasto de Israel en I + D es uno de los más altos del mundo según el porcentaje del PIB, en 2018 fue del 4,3%. La alta densidad de científicos y técnicos dentro de su población permite a Israel competir con cualquier país desarrollado. La IDI (Israel Defense Industry) se convirtió en un actor importante en el mercado mundial de armas, con un 2,1% (8,7 mil millones de dólares) de las exportaciones mundiales de armas y servicios militares en 2018, encontrándose tres empresas israelíes en la lista de las 100 principales empresas productoras de armas y servicios relacionados con seguridad y defensa; Elbit Systems, Israel Aerospace Industries y Rafael en el puesto 28, 39 y 44.

Además de sus exportaciones el 24% se centraron en misiles y sistemas de defensa antimisiles; 15% en vehículos aéreos no tripulados; 14% sistemas de radar y defensa electrónica; 14% actualizaciones y mantenimiento de equipos; 6% comunicaciones y sistemas de inteligencia espacial. La preparación militar y la adquisición de armas

son una prioridad máxima, ya que Israel permanece en constante amenaza, por lo que necesita continuos reemplazos de equipos. Por consiguiente, requiere una IDI avanzada que permita reemplazar su inferioridad cuantitativa inherente al tamaño de su país y las diversas amenazas fronterizas que lo rodean (Donatas, 2019).

El Ministerio de Defensa de Israel actúa como un facilitador principal para la industria, ha establecido vínculos entre el Gobierno, las instituciones de defensa, el mundo académico, los inversores y los fabricantes de armas ya que estos contribuyen a la calidad y las innovaciones de defensa. El apoyo de Estados Unidos es una herramienta influyente para impulsar la IDI, ya que este recibe una subvención anual de la FMF (Fleet Marine Force) de aproximadamente 3.000 millones de dólares para necesidades de defensa, este apoyo tiene un impacto positivo en las exportaciones de la IDI, al disminuir los gastos de defensa nacional y genera oportunidades para arriesgarse con el desarrollo de tecnologías avanzadas (Donatas, 2019).

Israel está obligado a mantener una capacidad de I + D de defensa como parte de una ventaja cualitativa decisiva en comparación con los países vecinos y el éxito radica en el desarrollo de sistemas de armas de última generación, que podrían estar asociados con los siguientes factores: el primero es que la mayoría de las empresas de defensa israelíes emplean ingenieros y técnicos que han servido en las FDI (Fuerzas de Defensa en Israel) y, por lo tanto, tienen amplio conocimiento de las características de las armas y equipos que están desarrollando.

En segundo lugar, el desarrollo de armamento se realiza en estrecha cooperación con las FDI, esto permite que las empresas alcancen la alta calidad de los productos. El último factor es la selección adecuada de tecnologías, en las que una nación con un presupuesto de defensa limitado debería invertir. Esta estrategia permitió a Israel desarrollar sistemas muy avanzados como satélites de observación en órbita terrestre baja, sistema de defensa de misiles balísticos Arrow, Python 5 de corto alcance aire-aire entre otros (Donatas, 2019).

En general, el sector industrial de defensa en Israel contiene alrededor de 150 empresas, divididas en tres categorías. Las grandes empresas de defensa estatales o controladas por el gobierno forman el primer grupo. Se trata de Industrias Aeroespaciales de Israel, Industrias Militares de Israel y Rafael. El segundo grupo incluye empresas medianas, todas del sector privado, que dependen de la producción de defensa para su viabilidad, pero también tienen una producción civil a gran escala, que se enfoca en la producción de equipos de telecomunicaciones. El tercer grupo son las pymes, encargadas de producir una gama limitada de productos destinados al sector de la defensa. Es importante señalar que, aunque las FDI y el Ministerio de Defensa son los únicos clientes a nivel nacional, el mercado no está compuesto por estos dos únicos demandantes. Aproximadamente el 70% de la producción de la industria militar se exporta y esto le da a la industria su amplia diversidad y su ventaja competitiva (Broude et al., 2013; Shefi & Tishler, 2005).

Actualmente el desarrollo e investigación militar del Ministerio Defensa de Israel a través de la Dirección de Investigación de Defensa (DDR&D) está bajo la responsabilidad de los siguientes departamentos (IMoD, 2021):

- Departamento de misiles y cohetes: el departamento es responsable de iniciar y desarrollar sistemas y soluciones de cohetes y misiles para necesidades operativas tales como: mantener la superioridad aérea y la defensa, atacar objetivos en el área de operaciones, combate terrestre en territorio enemigo, superioridad naval basada en misiles, aviones y vehículos aéreos no tripulados (UAV) y sistemas de apoyo para las distintas ramas de las FDI. El departamento desarrolla algunos de los sistemas más avanzados, incluidos el sistema de defensa antimisiles Iron Dome, misiles aire-aire de quinta generación, misiles antitanques, misiles tierra-aire y más (IMoD, 2021).
- Departamento de sistemas de armamento: este departamento es responsable de satisfacer las necesidades de armamento de las FDI y el establecimiento de mecanismos de defensa mediante el desarrollo de tecnología como vehículos no tripulados, armas y municiones, armas no letales, futuros vehículos de combate y demás que requieran sus necesidades operacionales. Los productos de este departamento incluyen el Trophy, uno de los sistemas de protección activa (APS) más eficaces del mundo, y el único APS operativo y probado en combate (IMoD, 2021).
- Departamento de óptica: el departamento es responsable del desarrollo de componentes tecnológicos y antenas para sistemas electroópticos. Este se dedica a la I+D de sistemas de primera línea con la capacidad de operar en tierra o en el aire a través de herramientas ópticas precisas y el desarrollo de sistemas láser (IMoD, 2021).
- Departamento de TIC (comunicaciones, mando y control): el departamento es responsable del desarrollo de tecnología en el campo de las TIC e inteligencia con énfasis en ciber, comunicación, comunicación satelital, sistemas de comando y control, navegación, procesamiento de información visual y mapeo para varias ramas de las FDI y el establecimiento de defensa (IMoD, 2021).
- Departamento de sistemas: el departamento es responsable de la I+D de tecnologías en el campo de inteligencia de señales, radar, guerra electrónica y acústica subacuática; es el taller para todos los sensores de radiofrecuencia y la aplicación de sus capacidades en diferentes campos de la defensa de Israel. El departamento trabaja en cooperación con la FDI, industrias de defensa e instituciones académicas para la toma de decisiones en el desarrollo de sistemas (IMoD, 2021).
- Departamento de unidades pequeñas: es responsable de preservar el desarrollo, producción y entrega de bloques de construcción tecnológicos en el campo de la microelectrónica, con el fin de lograr la independencia en el desarrollo de sistemas más grandes, como radares, sistemas de comunicaciones etc. (IMoD, 2021).